

FÜR DIE WERKE
ZUR WIENER FRÜHJAHRSMESSE 1961

Elektrotechnik und Maschinenbau

ZEITSCHRIFT DES ÖSTERREICHISCHEN
VERBANDES FÜR ELEKTROTECHNIK

LEITUNGSREDAKTIO: H. SEQUENZ UND F. SMOLA, WIEN SPRINGER-VERLAG, WIEN

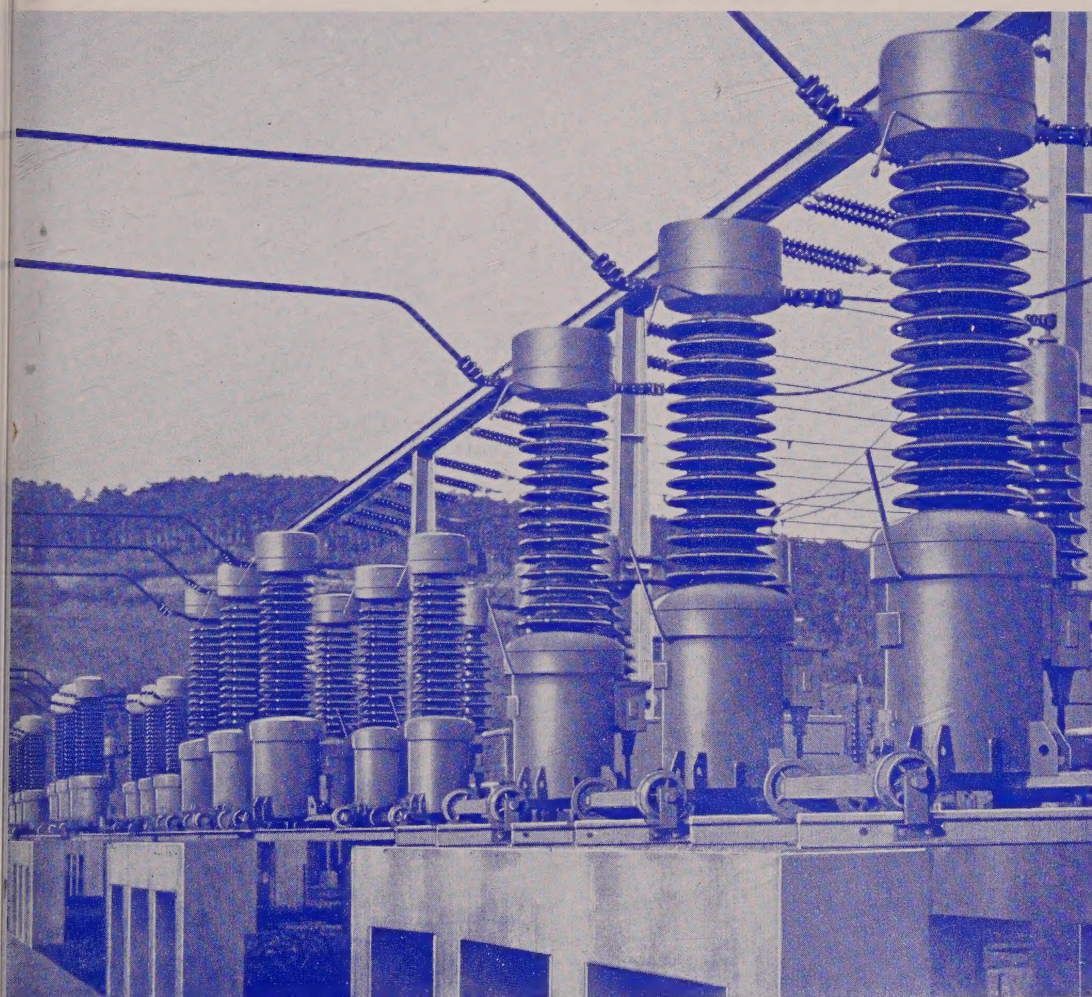
1. Jahrgang

Wien, 1. März 1961

Heft 5, Seite 205—236



Meßwandler



V-ELIN-Meßwandler mit ölarmen Isolation und vollkommen hermetischem Abschluß, aufgestellt im Umspann-
Enzsfeld der Wiener Stadtwerke-Elektrizitätswerke.

chen Sie bitte die Meßwandlerschau im ELIN-Pavillon auf der Wiener Frühjahrsmesse 1961, Messegelände,
Westeingang.

1953



BAUER *Getriebe-Motoren*

Für den Antrieb von Rührwerken, Mischern, Werkzeugmaschinen und langsam laufenden Apparaten aller Art ist die **Bauform V 1** (Flanschausführung, freies Wellenende nach unten) eine häufig gefragte Anordnung

Konstruktion, Fertigung und Prüfung der BAUER-Getriebe-Motoren gewährleisten, daß sie in **jeder beliebigen Lage** eingebaut werden können

Leistungen von 1/50 bis 30 PS
Drehzahlen von 0,25 bis 670 U/min

BAUER ELEKTRO-ANTRIEBE GESELLSCHAFT m.b.H., SALZBURG

Studienreform in der elektrotechnischen Abteilung des Massachusetts Institute of Technology

Von H. A. HAUS, Cambridge, USA

DK 378.962 : 371.214(744) : 621.3(075.5)

Der nachfolgende Beitrag ist inhaltlich gleich einem Vortrag¹⁾, der im Rahmen des Außeninstitutes der Technischen Hochschule am 28. April 1960 gehalten wurde. Er behandelt die Grundgedanken der am M.I.T. in der elektrotechnischen Abteilung durchgeführten Studienreform und gibt Einzelheiten des alten und des neuen Studienplanes.

1) Studienreform als Anpassung an die Anforderungen der Technik

Dieser Beitrag befaßt sich mit einem Problem, das heute in den meisten technischen Abteilungen vieler Hochschulen aktuell ist: nämlich der Frage, wie man das Studienprogramm den modernen Anforderungen der Technik anpassen soll. Die Antwort zu dieser Frage wird in verschiedenen technischen Abteilungen verschiedene Formen annehmen. Ebenfalls ist anzunehmen, daß die Planung und Durchführung einer Studienreform von Hochschule zu Hochschule und Land zu Land verschieden ausfallen wird. Deswegen kann man nicht erwarten, daß die in der elektrotechnischen Abteilung des Massachusetts Institute of Technology, kurz M.I.T. genannt, durchgeführte Studienreform maßgebend für die notwendigen Reformen in anderen Abteilungen und an anderen Hochschulen sein kann. Man kann sogar behaupten, daß die meisten anderen technischen Institute in den Staaten nicht denselben Weg zur Beantwortung dieser Fragenkomplexe beschreiten werden oder auch sollen. Denn das Massachusetts Institute of Technology nimmt im Verein mit einigen wenigen anderen technischen Instituten eine besondere Stellung in der technischen Ausbildung in den Vereinigten Staaten ein. Immerhin sind die Maßnahmen, die in der elektrotechnischen Abteilung am M.I.T. getroffen wurden, von allgemeinem Interesse. Sie zeigen erstens, daß man sich am M.I.T., so wie an vielen anderen Instituten mit einer grundlegenden Studienreform befaßt. Zweitens zeigen sie den Grundgedanken, der dieser Studienreform zugrunde liegt und der auch in anderen technischen Abteilungen und an anderen Hochschulen ähnliche Formen annimmt.

Die Erscheinungen, die zur Studienreform in der elektrotechnischen Abteilung geführt haben, treten in den meisten technischen Gebieten auf. Mit Rücksicht auf die allgemeine Gültigkeit dieser Erscheinungen wird der erste Teil dieses Beitrages die Problemstellung auf breiterer Basis betrachten und sich mit den Anforderungen befassen, die die Entwicklung der gesamten Technik an die technische Ausbildung stellt. Danach werden wir die Vorgeschichte der Studienre-

form in der elektrotechnischen Abteilung am M.I.T. genauer betrachten und dann auf die Studienreform selbst in allen Einzelheiten eingehen. Es soll eingangs noch betont werden, daß der Verfasser das Anfangsstadium der Studienreform nicht persönlich miterlebt hat und an der späteren Phase nicht führend, sondern nur als Mitarbeiter beteiligt war. Deswegen ist es möglich, daß die nachfolgenden Ausführungen, die auf persönlichen Beobachtungen beruhen, nicht in allen Punkten mit den Auffassungen und Plänen der führenden Professoren übereinstimmen.

2) Rasche Entwicklung der Technik

Die rasche Entwicklung der Technik ist jedermann klar ersichtlich. Besondere Fortschritte werden in den Vereinigten Staaten und in der Sowjetunion erzielt. Teilweise sind diese Fortschritte der Tatsache zuzuschreiben, daß beide Länder technische Neuerungen als grundlegend für ihre wirtschaftliche Entwicklung ansehen. Teilweise sind auch diese Fortschritte der starken finanziellen Unterstützung zuzuschreiben, die aus militärischen Gründen gewissen Projekten zugeschanzt wird. Die großen Geldmengen, die dazu aufgewendet werden, kommen natürlich auch der allgemeinen technischen Entwicklung zugute. Ein Beispiel dafür sind die Düsenflugzeuge. Sie haben ihren technischen Fortschritt der Rüstungsindustrie zu verdanken und wurden deswegen viel früher der Zivilluftfahrt zur Verfügung gestellt. Ein anderes Beispiel sind die Atomreaktoren. Die Arbeit, die in die Entwicklung von Atomantrieben für Unterseeboote gesteckt wurde, kam den Atomreaktoren für friedliche Zwecke zugute.

Die rasche Entwicklung der Technik stellt die technische Erziehung vor ganz neue Probleme. Diese Probleme sind durch drei Erscheinungen charakterisiert [1].

Erstens erweitert sich das technische Wissen mit erstaunlicher Geschwindigkeit auf Grund der Neuentdeckungen, die auf allen Gebieten der Wissenschaft und Technik gemacht werden.

Zweitens muß der Techniker mehr und mehr in Chemie, Mathematik und der modernen Physik bewandert sein, um diese Neuentdeckungen zu verstehen und zu verwerten.

Drittens kann man bemerken, daß sich traditionelle Grenzen, die die technischen und wissenschaftlichen Gebiete einzäunten, rasch verwischen.

Zur letzten Behauptung sollen noch Beispiele angeführt werden. Elektrotechniker, die sich mit Transistoren befassen, müssen gute Kenntnisse in der Physik der Festkörper besitzen, ja sie müssen sozusagen Festkörperphysiker sein. Dies ist ein Beispiel, welches zeigt, wie die Physik in die Elektrotechnik übergreift und zur Elektrotechnik wird.

¹⁾ Zur Zeit des Vortrages weilte Professor Haus, Guggenheim Fellow für das Studienjahr 1959/60, als Gastprofessor an der Technischen Hochschule in Wien.

Nun ist es aber wohl bekannt, daß die Physik von einst Technik von heute wird und deswegen mag dieses Beispiel nicht sehr überzeugend sein. Folgende Beispiele sollen nun den umgekehrten Vorgang illustrieren, nämlich wo die Technik die Physik beeinflussen kann. Da gibt es natürlich das klassische Beispiel, wie der Entropiebegriff auf Grund technischer Erfahrungen gebildet wurde. Ein Beispiel aus der kürzlichen Vergangenheit ist erwähnenswert: Die Informationstheorie ist von Wissenschaftlern ausgearbeitet worden, die im Grunde genommen Elektrotechniker sind. Jetzt ist der Physiker an dieser Theorie interessiert, da sie ihm manche physikalische Vorgänge deutet.

3) Auswirkung der technischen Entwicklung auf die Laufbahn der Techniker

Wie wirken sich nun diese drei Erscheinungen auf die Laufbahn der Techniker aus? Man kann schon heute bemerken, daß die rasche Entwicklung der Technik die meisten Techniker zur Spezialisierung zwingt. Die Anzahl der Spezialfächer vermehrt sich von Jahr zu Jahr. Gleichzeitig kann man aber auch feststellen, daß in jedem Spezialfach die Notwendigkeit einer guten Grundausbildung in den technischen Grundwissenschaften, nämlich Mathematik, Physik und Chemie, stärker und stärker wird. Außerdem erkennt man jene Techniker als die erfolgreichsten, die fähig sind, sich in mehreren Spezialfächern zu betätigen und die Erfahrungen, die sie in einem Fach gesammelt haben, in einem anderen Fach anzuwenden. Für so eine mehrseitige Betätigung ist nun wiederum eine gute Ausbildung in den Grundwissenschaften der Technik erforderlich.

Die Hörer, die heute die Hörsäle bevölkern, werden in 10 oder 15 Jahren auf der Höhe ihrer Laufbahn stehen. In dieser Zeit werden sie Maschinen und technische Entwicklungen beherrschen müssen, die heute in den Laboratorien entwickelt werden.

4) Anforderungen an die technische Ausbildung

Alle diese Tatsachen stellen die technische Ausbildung vor Anforderungen, die in den folgenden drei Punkten zusammengefaßt werden können:

1. Ein Absolvent muß befähigt sein, seine Laufbahn in jedes der zahlreichen neuen Spezialfächer zu lenken. Er soll auch dazu befähigt sein, sein Spezialfach hin und wieder später in seiner Karriere zu ändern.

2. Er muß über genügend grundsätzliche Kenntnisse verfügen, daß er die neuen Entdeckungen in der Physik oder Chemie auf ihre technischen Möglichkeiten hin beurteilen kann und dadurch neue Maschinen und neue technische Verfahren erfinden kann.

3. Er muß schon während seiner Studienzeit mit Forschungsarbeit im Laboratorium in Berührung kommen, so daß er entweder selbst für spätere Forschungsarbeit vorbereitet wird, oder daß er befähigt wird, die Entwicklungen der Forschungslaboratorien in die Produktion umzusetzen.

Der erste oben angeführte Punkt könnte zum Teil erfüllt werden, wenn man an jeder Hochschule eine Ausbildung in jeder der heute vorhandenen spezialisierten Fachrichtungen bieten würde. Nur wäre eine solche Lösung nicht nur eine Teillösung, sondern würde auch

auf große administrative Schwierigkeiten stoßen. Oft würde es sich ergeben, daß einzelne Fachrichtungen weit unterbelegt, andere überbelegt sind. Außerdem würde eine überspezialisierte Ausbildung einen Wechsel des Faches in späteren Jahren erschweren. Erstaunlicherweise verlangt die heutige Spezialisierung in der Technik eine Ausbildung, die gerade den entgegengesetzten Eindruck erweckt, eine Ausbildung, die auf die technischen Grundwissenschaften zielt und die Spezialisierung zum Teil dem Studenten nach absolviertem Studium überläßt. Diese Ausbildung ermöglicht ihm auch später einen Wechsel seines Spezialfaches ohne besondere Schwierigkeiten. Weiterhin ist es klar, daß der vorhin erwähnte Punkt 2 durch eine Ausbildung erfüllt wird, die sich auf die technischen Grundwissenschaften konzentriert. Tatsächlich führt eine solche Ausbildung den Studenten tiefer in die moderne Physik und Chemie ein als eine auf Spezialisierung ausgerichtete Ausbildung.

Der vorhin angeführte Punkt 3 kann an den Hochschulen nur nach Maßgabe der lokalen Verhältnisse erfüllt werden. Die Gelegenheit während ihrer Studienzeit in Forschungslaboratorien zu arbeiten, kann den Studenten nur gegeben werden, wenn genügend Personal und genügend Laboratorien an der Hochschule vorhanden sind, oder in direkter Verbindung mit der Hochschule stehen. Dies erfordert große Forschungslaboratorien, die auf Ausbildung von jungen Leuten ausgerichtet sind. In diesen Laboratorien muß ihnen die Möglichkeit gegeben sein, ernste Dissertationen auszuarbeiten, die sie mit Erfolg auf ihre Laufbahn vorbereiten. Da, wie schon erwähnt, die Grundausbildung der Studenten auf Grundwissenschaften und nicht auf Spezialisierung ausgerichtet ist, muß die notwendige Spezialisierung im Laboratorium durch Selbstunterricht und Gruppendiskussionen erreicht werden. Es ist klar, daß eine solche Ausbildung sehr kostspielig ist und sogar am reichen M.I.T. nicht jedem Studenten in vollem Maße zuteil wird. Sie ist wirksam für die Graduate students, die ihren Bachelor nach vierjährigem Studium hinter sich haben. Gleichwohl erreicht diese Ausbildung in vollem Maße auch die talentiertesten unter den Undergraduates, wie ich später genauer ausführen werde.

5) Vorspiel der Studienreform am M. I. T.

Zu diesen Erkenntnissen hatte man sich am M.I.T. vor etwa 8 Jahren durchgerungen. Es war natürlich nicht möglich, eine Studienreform an allen technischen Fakultäten auf einmal durchzuführen. Die Studienreform wurde in der elektrotechnischen Abteilung gestartet. Erstens verfügt diese Abteilung über die größte Anzahl an Professoren. Zweitens war der Leiter dieser Fakultät Professor GORDON BROWN, der ein überzeugter Studienreformer ist und sich mit seiner ihm eigenen Tatkraft an die Sache machte [2].

6) Einzelheiten über die Studienreform

Im Rahmen der geplanten Bewegung „weg von der Spezialisierung“ wurden die Fachrichtungen **Schwachstromtechnik, Starkstromtechnik und Elektronik abgeschafft**. Das *vorgeschriebene* Studienprogramm wurde für alle Elektrotechniker gleichgemacht. Die Vorlesungen über Elektrische Maschinen wurden an Zahl stark

eingeschränkt. Der einzig übrig gebliebene Pflichtgegenstand in diesem Fach, zusammen mit dem dazugehörigen Laboratorium, wurde auf eine breitere theoretische Basis gestellt. Die spezialisierten Vorlesungen im Fachgebiet der Schwachstromtechnik und Elektronik mußten das ihrige einbüßen. Die freigewordene Vorlesungszeit wurde durch Feldtheorie, Physik und Wahlfächer besetzt. Die Laboratorien wurden mit den Vorlesungen eng verbunden, so daß im Laboratorium die Theorie, die in den Vorlesungen geboten wird, in die Praxis umgesetzt wird.

Tab. I. Studienplan 1959/60. Übersicht

I	Chemie		Wahlfach	
		Physik		
II	Netzwerk Theorie		Ange wandte Mechanik	Mathe-matik
III	Elektri-sche Bau-elemente	Felder, Energie		
	Elektri-sche Netz-werke	Energie-um-wandler		
IV	Über-tragung	Mole-kular-technik	Wahlfächer	
	Dissertation			

Die Tab. I zeigt eine Übersicht über den vier-jährigen Studienplan, den ein Student absolvieren muß, um den Stand eines Bachelor in Electrical Engineering zu erreichen. Die Fächer sind beiläufig proportional der Zeit, die die verschiedenen Gegenstände in Anspruch nehmen. Der Studienplan ist für alle Elektro-techniker gleich. Ein Student wählt sich selbst eine Fachrichtung, indem er die Wahlfächer entsprechend aussucht, die ihm im dritten und vierten Jahr offenstehen. Jeder Student hat ein Jahr Chemie, zweieinhalb Jahre Physik und Mathematik zu belegen. Außerdem muß er vier Jahre „Humanities“ belegen. In den „Humanities“ sind sechs nichttechnische humanistische Fächer vertreten, wie Musik, Sprachen, Ökonomie, Philosophie, Geschichte und Literaturgeschichte. Die Betonung einer humanistischen Erziehung hat sich in den letzten Jahren verstärkt. Das M.I.T. hat ein Auditorium gebaut, in dem das von den Studenten gebildete Symphonie-Orchester des öfteren spielt und wo auch alljährlich Persönlichkeiten Ansprachen halten und bekannte Symphonie-Orchester und Solisten spielen. Diese Entfaltung des M.I.T. auf kulturellem Gebiet ist teilweise dadurch bedingt, daß die Mittelschulausbildung der amerikanischen Studenten in den humanistischen Fächern unzureichend ist. Andererseits ist sie durch

die Erkenntnis bedingt, daß durch einen ernsthaften Kontakt der Studenten mit den humanistischen Fächern ihr Bewußtsein für ihre Rolle und ihre Verantwortung in der Gemeinschaft gefördert wird.

Nachfolgend gebe ich Einzelheiten über den neuen Studienplan am M.I.T. Um ihn besser zu verstehen, sind einige Worte über die Vorbildung, die die amerikanischen Studenten in den Mittelschulen erhalten, am Platze.

6,1) Das amerikanische Mittelschulsystem

Das Mittelschulsystem in Amerika unterscheidet sich in mancher Hinsicht vom hiesigen System. Die High Schools entsprechen dem österreichischen Gymnasium von der 4. bis zur 8. Klasse. Sie sind staatliche Schulen. Eine geringe Anzahl von Mittelschulen ist in privaten oder kirchlichen Händen. Die Privatschulen sind meistens hervorragend gut. Sie sind staatlich nicht unterstützt. Ihre Schüler müssen deswegen hohe Schul-gelder zahlen, da die Schulen allein von diesen erhalten werden müssen. Um Schüler anzuziehen, müssen sie sich eines sehr guten pädagogischen Rufes erfreuen, oder es muß ihr Besuch gewisse gesellschaftliche Vor-teile bieten. Unter den öffentlichen Schulen gibt es manche hervorragende Schulen. Die Mehrzahl der Schu-len leidet aber unter der Tatsache, daß der Schulbesuch bis zum 16. Lebensjahr jedem jungen Amerikaner ge-setzlich vorgeschrieben ist. Viele junge Leute verblei-ben deswegen in den High Schools, obwohl sie nicht die notwendigen Fähigkeiten besitzen. Ein Ausscheiden eines Schülers wegen Unfähigkeit ist äußerst schwierig. Da man auch viele unfähige junge Leute bis zum Ende mitschleppen muß, ergibt sich oft eine allgemeine Sen-kung des Niveaus. Nur in der letzten Zeit hat man allgemein angefangen, die Schüler an den Schulen in verschiedene Gruppen je nach den offenbarten Talenten aufzuteilen. Den Besten darunter kann deswegen ein besserer Studienplan geboten werden.

6,2) Die Auswahl der Studenten

Das M.I.T., wie auch die meisten anderen Hoch-schulen in den Staaten, bemüht sich, seinen Studenten-nachwuchs von möglichst vielen Staaten der Union zu beziehen. Unter den Bewerbern haben nur die obersten zehn Prozent ihres Jahrganges und ihrer Schule eine Chance, angenommen zu werden. Man kann sagen, daß das M.I.T. wegen seines guten Rufes in der Lage ist, seine Studentenschaft unter den besten jungen Leuten auszusuchen. Zweifellos sind alle jungen Leute, die zu uns kommen, sehr talentiert. Jedoch ist ihre Mittelschul-ausbildung aus den früher angeführten Gründen oft lückenhaft und muß deswegen am M.I.T. vervollständigt werden. Auf Grund dieser Ausführungen ist der Studienplan des ersten Jahrganges zu deuten (Tab. II).

Tab. II. Auszug aus dem Studienverzeichnis 1959/60

I. Jahr			
1. und 2. Semester			
5.01 und 5.02	Allgemeine Chemie	4	2 5
8.01 und 8.02	Physik	4	1 6
18.01 und 18.02	Mathematik	3	0 6
21.01 und 21.02	„Humanities“	3	0 5
	Wahlfach		6
			45

Tab. III. Auszug aus dem Studienverzeichnis 1950/51

I. Jahr

1. und 2. Semester			
5.01 und 5.02	Allgemeine Chemie	7	4
8.01 und 8.02	Physik	6	5
D 11 und D 12	Technisches Zeichnen und Darstellende Geometrie	6	0
E 11 und E 12	Englisch	3	5
M 11 und M 12	Mathematik	3	6
MS 11 und MS 12	Militärwissenschaft	3	0
		48	

I. Jahrgang

Das erste Studienjahr ist für alle Studenten am M.I.T. im großen und ganzen gleich. Deswegen hat sich auch die Studienreform nicht auf das erste Jahr ausgewirkt, wie man sehen kann, wenn man den Studienplan mit dem des Jahres 1950/51 in Tab. III vergleicht. Die Ausbildung der Studenten in den technischen Grundwissenschaften steht im Vordergrund, die Spezialisierung ist noch weit entfernt. Die Ausbildung, die im ersten Jahr geboten wird, steht der Ausbildung an einer österreichischen Hochschule in der Fülle an gebotenen Themen und in der Tiefe, in der diese Themen behandelt werden, nach. Wie vorhin erwähnt, sind die jungen Absolventen der Mittelschule nicht so gut auf die Hochschule vorbereitet, wie ich glaube, daß es in Österreich der Fall ist. Im ersten Jahr ihres Studiums am M.I.T. müssen einige Bildungslücken unserer Studenten gefüllt werden.

Der erste Gegenstand, *Allgemeine Chemie*, behandelt anorganische und organische Chemie, wie sie zum Teil in einem europäischen Gymnasium in der 7. oder 8. Klasse behandelt werden. Die gebotene *Physik* befaßt sich zuerst mit Mechanik und dann mit Wärme und geht zwar über die europäische Mittelschulbildung hinaus, erreicht aber nicht die Tiefe, wie sie die im ersten Jahr gebotene Physik an mancher europäischen Hochschule erreicht. Die gebotene *Mathematik* kommt in Inhalt und Tiefe der Mathematik, die an österreichischen Hochschulen geboten wird, nahe. Das Tempo ist jedoch langsamer, und viele Themen sind Vorlesungen in späteren Jahrgängen überlassen.

Dagegen kann keine Parallele für den Gegenstand *Humanities* im Studienplan einer österreichischen Hochschule gefunden werden. Hier handelt es sich um Vorträge in Philosophie und Literaturgeschichte, Wissensbereiche, die österreichische Studenten schon in der Mittelschule besser kennenlernen als ihre amerikanischen Kollegen. Hier handelt es sich also um eine Füllung einer Wissenslücke, die an den hiesigen Hochschulen nicht notwendig ist.

Wenn man den Studienplan aus dem Jahr 1950/51 mit dem des Jahres 1959/60 vergleicht, bemerkt man, daß er sich nur wenig in diesen 10 Jahren geändert hat. Dennoch sind die wenigen Abänderungen bezeichnend. Man merkt, daß im Jahre 1950 die sogenannte *Militärwissenschaft* für alle Studenten ein Pflichtgegenstand war. Dies war mit der Absicht eingeführt worden, jedem Absolventen des M.I.T. die Reserveoffizierslaufbahn offen zu halten. Die Auslassung dieses Gegenstandes als Pflichtgegenstand wurde im Sinne der allgemeinen Liberalisierung des Studienprogramms durchgeführt. Es soll aber nebenbei bemerkt werden, daß jeder Student beim Eintritt in das M.I.T. aufmerksam gemacht wird, daß das Belegen des nun nicht

obligaten Gegenstandes Militärwissenschaft ratsam ist, falls der Student die Reserveoffizierslaufbahn einschlagen will. Außer dem aufgelassenen Pflichtgegenstand Militärwissenschaft bemerkt man, daß der neue Studienplan *Technisches Zeichnen* und *Darstellende Geometrie* nicht als Pflichtgegenstand vorsieht. Der Student hat die Freiheit, diese Gegenstände zu wählen, kann aber auch andere Gegenstände belegen. Es würde zuviel Raum beanspruchen, alle Wahlfächer, unter denen der Student wählen kann, anzuführen. Es ist aber erwähnenswert, daß eines der beliebtesten Wahlgegenstände ein Vortrag in *Elementarer Zahlentheorie* ist. Diese Wahl ist bezeichnend für den Wissensdurst der Studenten und ihren Drang, mit abstraktem Denken in Berührung zu kommen. Bevor wir uns mit dem Studienplan des zweiten Jahrganges befassen, müssen noch einige Rubriken im gezeigten Bild gedeutet werden. Die Zahlen vor jedem Gegenstand geben zuerst die Abteilung an, von der der Gegenstand geboten wird. So ist zum Beispiel die Codenummer der Chemischen Abteilung 5, und der Gegenstand General Chemistry trägt als erste Zahl eine Fünf. Die weiteren Zahlen sind bedeutungsvoll für den Eingeweihten, werden aber hier nicht weiter gedeutet werden. Die drei Zahlen, die nach jedem Gegenstand im neuen Studienplan angeführt sind, geben die Anzahl der Wochenstunden an, die auf Vorlesungen, Laboratorium und Vorbereitung kommen. Bei den Vorbereitungsstunden handelt es sich nur um eine Schätzung, die dem Studenten als ein Maß des Schwierigkeitsgrades des Gegenstandes dienen soll. Im alten Studienplan sind die Laboratorien nicht separat angeführt, da die Hauptlaboratorien alle separat im Verzeichnis eingetragen waren.

II. Jahrgang

Der Studienplan für den zweiten Jahrgang ist für die einzelnen Abteilungen verschieden. Der Student muß sich jetzt schon für ein Fach entscheiden: Maschinenbau, Elektrotechnik, Chemie, Physik, Architektur, o. dgl. Der Hörer der Elektrotechnischen Abteilung muß den in Tab. IV angeführten Studienplan belegen. Er hat in diesem Jahr kein Wahlfach. In Elektrotechnik, den von ihm gewählten Spezialfach, hat er nur einen Gegenstand, *Einführung in die Theorie der Netzwerke*. Dieser Gegenstand befaßt sich mit der Topologie der Netzwerke, dem Verhalten von Netzwerken bei sinusförmiger Erregung und bei Erregung mit Sprung- und Impulsfunktionen, und mit Energieverhältnissen. Ein Laboratorium mit drei Wochenstunden ist den Vorlesungen beigelegt. Die Vorträge tragen das Gepräge des weltbekannten Professors, der sie geschaffen hat, Professor GUILLEMIN. Hier ist es am Platze anzuführen, wie am M.I.T. die Vorlesungen und Übungen geführt werden.

Tab. IV. Auszug aus dem Studienverzeichnis 1959/60

II. Jahr

1. und 2. Semester			
2.01 und 2.02	Angewandte Mechanik	3	0 5
6.00 und 6.01	Einführung in die Theorie der Netzwerke	4	3 5
8.031 und 8.041	Physik	4	1 5
18.03 und 18.04	Mathematik	3	0 6
21.03 und 21.04	„Humanities“	3	0 5

6,3) Das Vorlesungssystem am M.I.T.

In Amerika schließt sich das Hochschulwesen dem englischen Vorbild an. Man ist bestrebt, das Zahlenverhältnis von Studenten gegen Professoren so klein wie möglich zu halten. In jedem Gegenstand kommen 15 bis 25 Studenten auf einen Professor. Nun sind in jedem Jahrgang an der Elektrotechnischen Abteilung des M.I.T. etwa 160 Studenten. Dazu kommen noch in den unteren Jahrgängen Studenten anderer Abteilungen, für die die Gegenstände der Elektrotechnischen Abteilung auch Pflichtgegenstände sind. Das heißt, daß ein Jahrgang mit den Gegenständen 6.00 und 6.01 an die 200 Studenten enthält. Ähnliches gilt für alle anderen Pflichtgegenstände der Elektrotechnischen Abteilung. Unter diesen Umständen ist es natürlich unmöglich, daß der Leiter des Gegenstandes alle Studenten unter sich haben könnte. Da es aber doch nützlich ist, einen Studenten mit einer hervorragenden Persönlichkeit auf dem Wissensgebiet des jeweilig gebotenen Gegenstandes in Berührung zu bringen, hat sich in vielen Gegenständen ein System eingebürgert, das dem europäischen System näherkommt: Viele Gegenstände mit 4 Wochenstunden Vorlesungen enthalten je zwei Wochenstunden Vorlesungen in einem großen Hörsaal, die vom Leiter des Gegenstandes geführt werden, und zwei Wochenstunden in Gruppen von 15 bis 25 Studenten unter einem anderen Professor. Diese zwei letzteren Wochenstunden ähneln Übungen, führen aber oft auch neue Themen ein und vervollständigen dadurch die großen Vorlesungen. Um diesen Aufgaben gerecht zu werden, muß die Anzahl der Professoren am M.I.T. entsprechend groß sein. Tatsächlich verfügt die Elektrotechnische Abteilung über etwa 70 Professoren, deren Stand in drei Stufen eingeteilt ist: Full Professors, Associate Professors und Assistant Professors. Diese große Anzahl von Professoren ermöglicht es, die Lehraufgabe jedes Professors entsprechend gering zu halten, so daß ihm Freizeit für seine Forschungsarbeit bleibt. Es sei nebenbei erwähnt, daß eine erfolgreiche Forschungsarbeit eine der Hauptvoraussetzungen für ein Avancement eines Professors in die höheren Stufen ist.

Das soeben beschriebene System von Vorlesungen und Übungen hat noch einen weiteren Vorteil. Die Professoren, die die Übungen in einem bestimmten Gegenstand führen, werden von der ganzen Elektrotechnischen Abteilung gestellt und wechseln jedes zweite oder dritte Jahr. Auf diese Weise kommt jeder Professor mit einer größeren Anzahl der am M.I.T. gebotenen Gegenstände in Berührung. Die auf diese Weise gewonnene Erfahrung führt unwillkürlich zu einer Integrierung des Lehrstoffes in der gesamten Elektrotechnischen Abteilung. Die Vorlesungen in einem bestimmten Gegenstand berücksichtigen die Anforderungen und die Erfahrungen der anderen Gegenstände.

Nun kehren wir zu der Betrachtung der übrigen im zweiten Jahrgang vorgeschriebenen Gegenstände zurück. Der Gegenstand *Angewandte Mechanik* wird an der Abteilung für Maschinenbau gelesen. Er behandelt die technische Auswertung der Gesetze der Statik und Dynamik, die Belastung von Balken, Zugdiagramme und Ähnliches. In *Physik* werden Elektrostatik, Wellenfortpflanzung und Optik behandelt. Die Vorlesungen in *Mathematik* bieten krummlinige Bewegung, dreidimensionale analytische Geometrie, partielle Ableitungen, unendliche Reihen, totale und partielle Differen-

tialgleichungen und Fouriersche Reihen. In den *Humanities* hat der Hörer die Wahl zwischen zwei Möglichkeiten. Entweder belegt er Vorlesungen über politische und kulturelle Vergangenheit und Gegenwart der Vereinigten Staaten oder er hört Vorlesungen über die Ideen und Werte der westlichen Welt.

Tab. V. Auszug aus dem Studienverzeichnis 1950/51

		II. Jahr			
1. und 2. Semester					
2.00	und 2.01	Angewandte Mechanik	3	5	
2.851		Werkzeugmaschinen Labor. (nur 1 Sem.)	4	0	
6.05	und 6.00	Einführung in die Elektrotechnik	3	5	u. 4 8
8.03	und 8.04	Physik	5	5	
E 21	und E 22	Geschichte	3	5	
M 21	und M 22	Mathematik	3	6	
MS 21	und MS 22	Militärwissenschaften	3	0	
					50

Wenn man den neuen Studienplan mit dem alten in Tab. V vergleicht, fällt einem nur eine Abänderung ins Auge. Der Gegenstand *Werkzeugmaschinenlaboratorium* wurde aufgelassen. Wenn man aber die Beschreibung der gebotenen Gegenstände im Katalog vergleicht, findet man, daß sich die Gegenstände wesentlich verschärft und vertieft haben. Der neue Gegenstand Einführung in die Theorie der Netzwerke beinhaltet die Themen, die im alten Studienplan durch die Gegenstände 6.05 und 6.00 des zweiten Jahrganges und zum Teil von 6.30 des dritten Jahrganges geboten wurden. Auch die Themen der von anderen Abteilungen gebotenen Gegenstände, vor allem Mathematik, haben sich auf Anlaß der Wünsche der Elektrotechnischen Abteilung vervielfältigt und vertieft.

Tab. VI. Auszug aus dem Studienverzeichnis 1959/60

		III. Jahr			
1. Semester					
6.02T	Elektronische Bauelemente u. Netzwerke	3	4	5	
6.03	Felder, Energie und Kräfte	4	3	5	
18.05	Mathematik	3	0	6	
	„Humanities“	3	0	5	
	Wahlfach			9	
				50	
2. Semester					
6.05T	Elektronische Netzwerke und Signale	3	4	5	
6.06	Elektromagnetische Energieumwandlung	4	3	5	
	„Humanities“	3	0	5	
	Wahlfächer			18	
				50	

III. Jahrgang

Nun gehen wir zur Betrachtung des dritten Jahrganges über (Tab. VI). Im Gegenstand *Elektronische Bauelemente und Netzwerke* wird die Netzwerktheorie des vorigen Jahrganges auf die Behandlung von Netzwerken mit nichtlinearen Charakteristiken erweitert. Besondere Aufmerksamkeit wird Röhren und Transistoren geschenkt. In 6.03 *Felder, Energie und Kräfte* werden die Elektrostatik, Elektrodynamik und die Theorie bewegter Körper in Elektromagnetischen Feldern behandelt. Dies ist einer der wichtigsten Gegenstände im Repertoire der Elektrotechnischen Abteilung, da alle nachfol-

genden Vorlesungen sich mehr oder minder auf die in diesen Vorlesungen gebotenen Grundlagen stützen. Besondere Aufmerksamkeit wird der Bestrebung geschenkt, dem Studenten klar zu machen, wie die Netzwerktheorie als ein vereinfachter Sonderfall aus den Maxwellgleichungen erhalten werden kann. Es ist vielleicht von Interesse, von einer Begebenheit zu berichten, die sich im Zusammenhang mit der Entwicklung dieses Gegenstandes ereignete.

6,4) Beeinflussung der Forschung durch Studienreform

Professor L. J. CHU, eine Autorität auf dem Gebiet der Antennen, war einer der Reorganisatoren dieses Gegenstandes. Eines seiner Ziele war, in diesen Vorlesungen die vereinigenden Ideen der gesamten Elektrotechnik hervorzuheben. Dazu war es notwendig, den Hörern zu zeigen, wie alle Erscheinungen der Elektrotechnik von den Maxwellschen Gleichungen abgeleitet werden können. In diesem Zusammenhang war es wünschenswert, auch die Gesetze der elektrischen Maschinen von den Maxwellschen Gleichungen abzuleiten. Für diesen Zweck muß man die Maxwellschen Gleichungen in genügend allgemeiner Form aufstellen, so daß sie auch für bewegte Körper anwendbar sind. Als sich Professor Chu mit dieser Frage befaßte, fand er manche Inkonsistenz in den von MINKOWSKI aufgestellten Gleichungen. Diese blieben bisher unerkannt, da sie nicht zum Vorschein treten, wenn die Gleichungen auf langsam bewegte Körper angewendet werden. Das Wort langsam gilt für alle Geschwindigkeiten, die klein im Vergleich mit der Lichtgeschwindigkeit sind. Natürlich sind alle elektromagnetischen Maschinen langsam bewegte Körper in diesem Sinne. Diese Erkenntnisse veranlaßten Professor Chu, neue Maxwell-Gleichungen für bewegte Körper aufzustellen. Ein ganzes Forschungsgebiet wurde durch diesen kühnen Schritt eröffnet und manche Doktorarbeit befaßt sich heute am M. I. T. mit diesem Fragenkomplex. Dieses Beispiel zeigt, wie die Forschung und das Studienprogramm im M. I. T. in enger Fühlung stehen. Daß die Forschungsarbeiten das Studienprogramm beeinflussen, ist klar, daß aber die Forschung vom Studienprogramm gefördert werden kann, mag weniger bekannt sein.

Zum Studienplan des dritten Jahrganges zurückkehrend, betrachten wir kurz den Inhalt der *Mathematik-Vorlesungen*. Sie behandeln Funktionen komplexer Variabler, Eigenwertprobleme, orthogonale Funktionensysteme, partielle Differentialgleichungen. Bezeichnend für den Charakter der Studienreform an der Elektrotechnischen Abteilung ist, daß diese Vorlesungen hauptsächlich für die Graduate students, nämlich für Studenten nach dem absolvierten vierten Jahr anderer technischer Abteilungen, bestimmt sind. In der Elektrotechnik und Physik werden diese Themen im dritten Jahr behandelt. In den *Humanities* ist den Studenten eine weite Wahl von Gegenständen offen. Sie können unter den schon erwähnten sechs Gebieten wählen: Musik, Ökonomie, Philosophie, Literatur, Sprachen und Geschichte. Im zweiten Semester befaßt sich einer der beiden von der Elektrotechnischen Abteilung gebotenen Gegenstände mit der Theorie der Signale und den Beschränkungen der Signalübertragung, wie sie durch Energiespeicherung, Verzerrung und Rauschen bedingt sind. Der Gegenstand *Elektromagnetische Energieumwandlung* verwendet hauptsächlich die von der Theorie

und Praxis der Elektrischen Maschinen gebotenen Beispiele. Andere Formen der Energieumwandlung werden aber auch behandelt.

Tab. VII. Auszug aus dem Studienverzeichnis 1950/51

III. Jahr		
1. Semester		
2.04	Festigkeitslehre	3 6
2.40	Wärmetechnologie 1	4 5
6.01	Elektrotechnik (Maschinen)	3 6
6.75	Elektrische Messungen, Laboratorium	4 5
8.071	Thermodynamik und stat. Mechanik 3, 4	4 5
14.01	Oekonomie	3 5
M31	Mathematik	2 4
		50
2. Semester		
2.07	Dynamik 1, 4	3 6
2.42	Wärmetechnologie 1	3 6
6.02	Elektrotechnik (Elektronik)	3 6
6.031	Elektrotechnik (Maschinen)	3 6
6.30	Netzwerk Theorie 3	3 6
6.76	Elektronik, Laboratorium	3 3
8.08	Elektronik 3, 4	4 5
	„Humanities“	3 5
		50

Wenn wir nun das alte Studienprogramm (Tab. VII) zum Vergleich heranziehen, bemerken wir vor allem, daß die Aufspaltung in Fachrichtungen im neuen Studienplan aufgegeben wurde. Nämlich alle Gegenstände in Tab. VII, die von einer Eins gefolgt sind, waren Pflichtgegenstände für die Starkstromtechniker, jene, die von einer Drei oder Vier begleitet sind, für die Fachrichtung Übertragungstechnik bzw. Elektronik. Ferner sehen wir, daß die von der Abteilung Maschinenbau gebotene Festigkeitslehre aufgegeben wurde. Die freigewordene Zeit wird Wahlfächern zugewendet. Aber auch die Fächer in der Elektrotechnischen Abteilung sind einer radikalen Änderung unterzogen worden. Obwohl man es am Namen nicht sogleich erkennen kann, zeigt die detaillierte Beschreibung des Kataloges, daß zwei der gebotenen Vorlesungen sich mit elektrischen Maschinen befaßten²⁾. Im neuen Plan befindet sich nur eine solche Vorlesung im zweiten Semester. Die andere Vorlesung wurde durch eine Vorlesung über Maxwell'sche Gleichungen und Elektromagnetische Felder ersetzt. Die Laboratorien, die im alten Studienplan separat angeführt wurden, formen nun einen integralen Teil der Vorlesungen.

IV. Jahrgang

Der Gegenstand *Energieübertragung und Strahlung* (Tab. VIII) ist für alle Studenten obligat. Außerdem wurde der neue Gegenstand *Molekulartechnologie* eingeführt. Er behandelt die Physik der Festkörper und ihre technische Auswertung. Die übrige Zeit ist mit Wahlfächern ausgefüllt, was dem Hörer die Freiheit gibt, seine eigenen Interessen zu verfolgen und die für ihn interessanten Gegenstände zu belegen. Diese Einführung hat den Vorteil, daß sie den Hörer oft schon

²⁾ In den der Gegenstandsbezeichnung folgenden Klammern in den Tab. VII und IX sind der Klarheit wegen, Kennworte beigefügt, die im Original nicht aufscheinen, so daß man sich ohne Lesen der detaillierten Beschreibung ein Bild über den Inhalt des Gegenstandes machen kann.

jetzt in Berührung mit Forschungsarbeit bringt. Ich möchte diese Behauptung näher erläutern. Die Auswahl unter den in diesem Jahrgang gebotenen Fächern ist groß. Die verschiedenen Spezialfächer werden von Professoren geführt, die in dem entsprechenden Wissensgebiet Forschung betreiben. Da viele Gegenstände geboten werden, verteilen sich die Studenten im allgemeinen, so daß nur wenige Studenten ein bestimmtes Fach wählen. Dies ergibt die Möglichkeit einer intimen Zusammenarbeit zwischen den Studenten und dem leitenden Professor, die oft zur Diskussion von aktuellen Forschungsproblemen führt.

Tab. VIII. Auszug aus dem Studienverzeichnis 1959/60

IV. Jahr			
1. Semester			
6.07	Energieübertragung und Strahlung	3	3 6
6.08	Molekulanttechnologie	4	3 5
	Dissertation		2
	„Humanities“	3	0 5
	Wahlfächer		12
			46
2. Semester			
	Dissertation		7
	„Humanities“	3	0 5
	Wahlfächer		30
			45

Tab. IX. Auszug aus dem Studienverzeichnis 1950/51

IV. Jahr			
1. Starkstromtechnik			
1. Semester			
1.64	Hydrodynamik	3	6
2.681	Maschinenbaulaboratorium		3 3
6.032	Elektrotechnik (Maschinen)		3 6
6.78	Elektrische Maschinen, Laboratorium	4	4
	„Humanities“	3	5
	Wahlfach		9
			49
2. Semester			
6.04	Elektrotechnik (Feldtheorie)	3	6
6.79	Elektrische Maschinen, Laboratorium		3 3
	Dissertation		9
	„Humanities“	3	5
	Wahlfächer		18
			50
3. Übertragungstechnik			
1. Semester			
6.032	Elektrotechnik (Maschinen)	3	6
6.311	Elektrische Übertragungstechnik		3 6
6.321	Elektr. Übertr. (Feldtheorie)		3 6
6.331	Elektr. Übertr., Laboratorium		3 3
	„Humanities“	3	5
	Wahlfach		9
			50
2. Semester			
6.322	Elektr. Übertr. (Feldtheorie)	3	6
6.332	Elektr. Übertr., Laboratorium		4 5
6.781	Elektrische Maschinen, Laboratorium		3 3
	Dissertation		9
	„Humanities“	3	5
	Wahlfach		9
			50

4. Elektronik

1. Semester			
2.251	Hydrodynamik	3	6
6.032	Elektrotechnik (Maschinen)		3 6
6.20	Elektronische Kontrolltechnik		3 6
6.83	Elektronik, Laboratorium		3 3
	„Humanities“	3	5
	Wahlfach		9
			50
2. Semester			
6.23	Elektronik	3	6
6.781	Elektrische Maschinen, Laboratorium		3 3
6.84	Elektronik, Laboratorium		4 5
	Dissertation		9
	„Humanities“	3	5
	Wahlfach		9
			50

Wenn man den neuen Studienplan mit dem alten (Tab. IX) vergleicht, bemerkt man vor allem, daß die Aufteilung in die drei Fachrichtungen aufgegeben wurde. Außerdem sieht man, daß der Pflichtgegenstand 6.032, der sich mit elektrischen Maschinen befaßte, weggefallen ist. Von den früheren drei Gegenständen, die sich mit Maschinen befaßten, und für alle drei Fachrichtungen obligat waren, ist nur eine Vorlesung übriggeblieben. Dies bedeutet natürlich eine große Einbuße an Detail der Behandlung elektrischer Maschinen. Um dem Hörer ein gutes Verständnis für die Vorgänge in elektrischen Maschinen zu bieten, war es notwendig, die althergebrachten Lehrmethoden radikal zu überholen. Diesem Umstand verdankt die sogenannte verallgemeinerte Maschine ihre Geburt. Ich möchte mich mit dieser Neueinführung eingehender befassen.

6,5) Die verallgemeinerte Maschine [3], [4]

Die Länge der früher angewandten Vorlesungen über elektrische Maschinen war durch die Vielfalt der existierenden Maschinen bedingt. Je besser es in den Vorlesungen gelingt, alle Maschinen auf einen gemein-

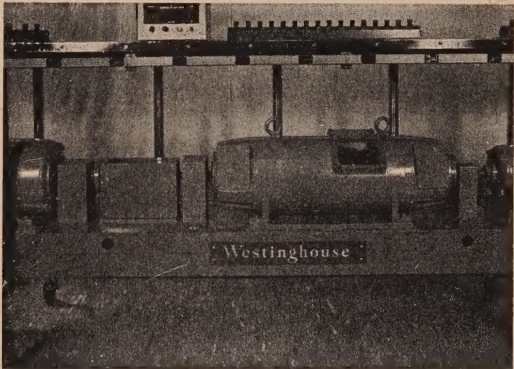


Abb. 1. Photographie der verallgemeinerten Maschine

samen Nenner zu bringen, das heißt, die Theorie dieser Maschinen so zu verallgemeinern, daß alle Maschinen aus denselben Gleichungen ableitbar sind, desto eleganter und zeitsparender können diese Vorlesungen

gestaltet werden. Um nun den Studenten nicht mit dieser Eleganz zu verblüffen und sein Verständnis für die Vorgänge in den Maschinen mit abstrakten Betrachtungen zu gefährden, war es notwendig, eine Maschine zu schaffen, die im Laboratorium die Allgemeinheit, Eleganz und Einfachheit der Theorie verkörpert. So entstand die Verallgemeinerte Maschine. Sie wurde im Prinzip schon von KRON der General Electric in den

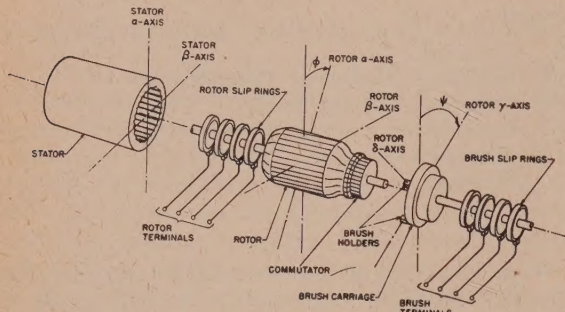


Abb. 2. Schematische Darstellung der verallgemeinerten Maschine

Dreißiger Jahren vorgeschlagen. Seine Vorschläge wurden aber erst in die Praxis umgesetzt, als es klar wurde, daß die heutige Ausbildung von Elektroingenieuren nicht den früheren Zeitaufwand für die Behandlung von elektrischen Maschinen zuläßt. Die verallgemeinerte Maschine erlaubt es, daß man die meisten elektrischen Maschinen, die heute geläufig sind, und manche unkonventionelle Maschinen mit ihr verwirklichen kann. Sie ist in Abb. 1 photographiert und in Abb. 2 schematisch dargestellt. Die Maschine selbst hat am Stator vier Spulen, die zusammen eine Zweiphasenwindung ergeben. Die Anschlüsse zu allen vier Spulen sind separat zugänglich. Der Rotor hat eine kontinuierliche Windung, die auf einer Seite an einen Kollektor angeschlossen ist. Auf der anderen Seite sind vier um 90° versetzte Anschlüsse an Schleifringen angeschlossen. Auf dem Kollektor ruhen zwei Bürstenpaare, deren Achsen gegeneinander versetzbar sind. Der Bürstenhalter kann durch einen separaten Motor in beliebig schnelle Drehung versetzt werden. Die folgenden bekannteren Maschinen und Kombinationen können durch diese Maschine verwirklicht werden:

1. der fremderregte Generator,
2. der Shunt-Generator,
3. der Shunt-Motor mit oder ohne Kompensationswindung,
4. der Serienmotor,
5. der Zweiphaseninduktionsmotor,
6. der Einphaseninduktionsmotor,
7. der Synchrongenerator,
8. der Synchronmotor,
9. der synchrone Umwandler,
10. der Rosenberg-Generator,
11. der Gleichstrom-Induktionsmotor,
12. der Gleichstrom-Transformator,

13. der Universal-Gleichstrom-Wechselstrom-Motor,
14. der Repulsionsmotor,
15. der Ward-Leonard-Antrieb.

Diese Liste zeigt die Wandlungsfähigkeit der verallgemeinerten Maschine. Damit sind aber die Möglichkeiten der Maschine nicht erschöpft. Der Student wird angeregt, neue Kombinationen auszuprobieren. Die allgemeine Theorie erlaubt es ihm, das Verhalten der Maschine vorauszusagen. Dieses Verhalten kann er dann experimentell überprüfen. Ein bedeutender praktischer Vorteil soll hier hervorgehoben werden, der allen jenen einleuchten wird, die mit den Maschinenlaboratorien in ihrer üblichen Form zu tun gehabt haben. Die Maschine ist klein, ihr Voltamperebetrag ist es ebenso. Ein Fehler eines Studenten führt nur zu einem Durchbrennen einer kleinen Sicherung, und nicht zu Netzspannungsschwankungen und Sachschäden, wie sie bei Fehlschaltung von großen Maschinen stattfinden.

Die verallgemeinerte Maschine wurde zum ersten Mal in der Werkstätte der elektrotechnischen Abteilung in kleiner Anzahl hergestellt. Nach einer einjährigen Probezeit im Laboratorium, wo man bei den Übungen mit den Studenten gewisse Nachteile der Konstruktion feststellen und beheben konnte, wurden die Pläne an die Westinghouse Corporation übergeben. Dort wurden 150 solche Maschinen konstruiert. Das M.I.T. erhielt acht der fertigen Exemplare, von den übrigen wurde je eine Maschine an alle elektrotechnischen Abteilungen der Hochschulen Amerikas kostenlos verteilt.

7) Abgeänderte Studienpläne

Damit hätte ich die Beschreibung des allgemeinen Studienplanes am M.I.T. abgeschlossen. Es ist aber noch wichtig zu erwähnen, daß am M.I.T. noch zwei leicht abgeänderte Pläne in Wirkung sind. Der eine Plan, der die Bezeichnung 6A trägt, ist für Studenten bestimmt, die ihre Hochschularbeit mit Arbeit in der Industrie kombinieren wollen. Diese Ausbildung hat den Vorteil, daß sie mit praktischer Erfahrung eng verknüpft ist und außerdem bietet sie dem Studenten die Möglichkeit, Geld zu verdienen und die Studienkosten zu bewältigen. Dieser Studienplan wird in enger Zusammenarbeit mit einigen industriellen Konzernen geführt. Nur tüchtige Studenten werden zugelassen. Die Studenten haben stark verkürzte Sommerferien und belegen Vorlesungen während des größeren Teiles des Sommers. Sie müssen fünf Jahre für ihre Studien verwenden, absolvieren aber dann mit einem Master's Degree anstatt einem Bachelors's Degree wie die übrigen Studenten, die nur vier Jahre studieren.

Außer diesem Studienplan existiert noch ein anderer, 6B genannt. Dieser ist für jene der besten Studenten bestimmt, die sich wahrscheinlich der Forschung oder Hochschullaufbahn widmen werden und deswegen vorhaben, ihr Doktorat zu machen. Dieser Studienplan sieht auch fünf Ausbildungsjahre vor, die zu einem Master's Degree führen. Nur die talentiertesten Studenten sind zugelassen. In den unteren Jahrgängen besuchen diese Studenten ähnliche Vorlesungen wie die übrigen Studenten; nur ist diese Gruppe von den übrigen Studenten abgesondert und besucht alle Übungen separat. Da nur die besten Studenten sich darunter befinden, führen diese Übungen zu höchst anregenden Diskussionen, von denen oft die Professoren etwas ler-

nen können. In späteren Jahrgängen schließen sich die Studenten einem Forschungslaboratorium an und wirken aktiv in der Forschung mit. Diese Studenten stellen die Elite des M.I.T. dar, auf die die größten Hoffnungen gesetzt werden und für die das M.I.T. besondere Maßnahmen und Vorteile einräumen will.

8) Der Widerhall in der Industrie

Es entsteht nun die Frage, wie die Industrie der Studienreform gegenübersteht. Es sind schon Studenten einiger Jahrgänge, die den neuen Studienplan absolviert haben, in der Industrie aufgenommen worden und deswegen ist ein Urteil zu diesem Zeitpunkt schon möglich.

Man kann sagen, daß die von den maßgebenden Leuten der Industrie geäußerten Meinungen durchaus zustimmend sind. Diese vorteilhaften Meinungen wurden trotz der Tatsache geäußert, daß der neue Studienplan einen Teil der Verantwortung der Spezialausbildung der Techniker, die nur vier Jahre am M.I.T. absolvieren und dann in die Industrie eintreten, der Industrie überläßt. Die gute Aufnahme durch die Industrie der Studienplanreform am M.I.T. beruht meiner Ansicht nach auf zwei Gründen.

Die Industrie in Amerika hat schon seit langem erkannt, daß die vierjährige Ausbildung an einer Hochschule nicht genügt, einen jungen Mann für eine Laufbahn in der Industrie auszubilden. Deshalb haben alle größeren Konzerne, so wie General Electric, American Telephone and Telegraph Co. usw., Kurse organisiert, durch die die frischgebackenen Absolventen der Hochschule geschleust und auf ihre industrielle Laufbahn vorbereitet werden. In diesen Kursen kam es immer wieder zum Vorschein, daß jene jungen Leute sich am schnellsten in ihr Spezialfach hineinfinden, die die beste Ausbildung in den Technischen Grundwissenschaften besitzen. Deswegen muß eine Studienreform, die die technische Ausbildung auf die Grundwissenschaften zuspitzt, der Industrie auf Grund vergangener Erfahrung willkommen sein.

Meiner Ansicht nach gibt es noch einen anderen Grund für die günstige Aufnahme der Studienreform durch die maßgebenden Leute der Industrie: Alle größeren industriellen Konzerne in Amerika haben Forschungslaboratorien, in denen an Neuentwicklungen gearbeitet wird. Nun ergab es sich in der Vergangenheit, daß meistens Physiker als Forscher in diesen Laboratorien tätig waren, da sie durch ihre bessere Grundausbildung zur Forschung besser befähigt sind. Das Paradoxon in der ganzen Sache ist dabei, daß es sich bei diesen Forschungsarbeiten meistens nicht um grundlegende Forschungen handelte, für die der Physiker zweifellos besser geeignet ist, da es doch die Tradition des Physikers ist, das „Ding an sich“ wegen des „Dinges selbst“ zu studieren. Nein, meistens handelte es sich um technische Entwicklungen, für die der Ingenieur seinem Naturell gemäß besser geeignet wäre, wenn er, und hier kommt das große „wenn“, wenn er die richtige Ausbildung dazu erhalten hätte, nämlich die Ausbildung, die der eines Physikers näher kommt. Hier also liegt ein weiterer Grund des Interesses der Industrie an einem Studienprogramm, das mehr auf die technischen Grundwissenschaften zielt.

9) Schlußbemerkungen

Ich möchte meine Ausführungen mit einem Zitat abschließen, das einer der zahlreichen Veröffentlichungen von Prof. Gordon Brown, dem ehemaligen Vorstand der elektrotechnischen Abteilung, entnommen ist.

„Es wird oft gesagt, daß es die Aufgabe einer Ausbildung ist, die Studenten denken zu lehren. Ebenso wichtig ist es aber festzustellen, worüber der Student nachdenken soll. Die Aufgabe einer elektrotechnischen Ausbildung kann klargemacht werden, wenn man sich einen Begriff von dem elektrotechnischen Wissensgebiet machen kann. Die folgenden Tatsachen springen dabei ins Auge:

Alle sogenannten elektrotechnischen Erfindungen sind das Ergebnis einer schöpferischen Auswertung der Wechselwirkung zwischen Ladungsträgern, ihren Feldern und der Materie.

Die Ladungsträger sind Ionen, Elektronen und nach neuer Auffassung die Löcher. Die Felder sind statisch oder dynamisch. Die Materie tritt durch ihre physikalischen Eigenschaften in Wechselwirkung mit den Feldern.

Die Rolle des Elektrotechnikers ist es nun, durch Berücksichtigung dieser Tatsachen neue technische Systeme zu schaffen, die nützliche Funktionen erfüllen können.

Auf Grund dieser Auffassung wurde der Studienplan am M.I.T. reformiert, um die folgenden Aufgaben zu erfüllen:

1. die Ausbildung in den Wissenschaften zu vertiefen und zu erweitern,
2. schöpferische Laboratoriumsarbeit anzuregen,
3. die Spezialisierung aufzuschieben, bis sich der Student eine gute wissenschaftliche Grundlage geschaffen hat,
4. die Unterschiede in den Interessen der Studenten anzuerkennen, indem man ihnen eine große Wahl von Spezialfächern im letzten Jahrgang anbietet.“

Soweit das Zitat.

Professor Brown ist jetzt nicht mehr Vorstand der Elektrotechnischen Abteilung. Er wurde zum Dekan der Technischen Abteilung des M.I.T. ernannt. Durch seine Beförderung wurde gezeigt, daß am M.I.T. auch an höchster Stelle die Überzeugung vorherrscht, daß die Grundgedanken der soeben ausführlich behandelten Reform in der elektrotechnischen Abteilung auf die gesamte technische Ausbildung angewendet werden sollen.

Schrifttum

- [1] J. A. STRATTON: M.I.T. Annual Report 1959.
- [2] G. S. BROWN: Educating Electrical Engineers to Exploit Science. Electrical Engineering, Vol. 74 (1955), Nr. 2, S. 110...115.
- [3] D. C. WHITE, H. H. WOODSON: A New Electromechanical Energy — Conversion Laboratory. Power Apparatus and Systems, (1957) August, S. 1...8.
- [4] Generalized Machine, Manual of Westinghouse Electric Corporation, Motor and Control Division, Buffalo, New York.

Eine neue, allgemeine Methode für die Berechnung der Stoßantriebe mit Schwungmassen

VON L. B. HEILER, Minsk (UdSSR)

DK 621.313.13.016.31 : 621.3-755

Die vollständige Berechnung der Stoßantriebe mit Schwungmassen soll die Auswahl aller drei optimalen Werte — Motornennmoment M_n , dessen Nennschlupf s_n und das gesamte erforderliche Schwungmoment GD^2 — umfassen. In seinen früheren Arbeiten [1], [2] beschäftigte sich der Verfasser nur mit einer Seite des gesamten Problems, dessen Schwierigkeiten in dem komplizierten wechselseitigen Zusammenhang mechanischer und elektrischer Größen liegen. Im folgenden wird die vollständige Lösung des Problems dargelegt. Vorher müssen wir drei Grundfragen untersuchen, um die nötigen mathematischen Zusammenhänge zu bekommen.

1) Die Arbeits- und Energie-Gleichung des elektrischen Antriebes mit veränderlicher zyklischer Belastung

Bezeichnungen

- M_e — quadratisches Mittel-Moment
 $M_{mo} = M_m$ — arithmetisches Mittel-Moment des gegebenen Belastungs- bzw. Motor-Diagramms in kpm
 t_0 — Dauer der gesamten Arbeitsperiode (eines Zyklus) in s
 t_1 — Dauer des eigentlichen Belastungsstoßes in s
 $\alpha_i = \frac{M_i}{M_{mo}}$ — relativer Amplitudenwert der Sinusoide „i“-facher Ordnung (in der zusammengesetzten Momentenkurve)

Die Arbeit A kpm des Antriebes pro Zyklus mit der Periode T

$$A = \int_0^T M d\varphi, \quad (1)$$

oder, da

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt}, \text{ ist } A = \int_0^T M \omega dt. \quad (1')$$

Die Winkelgeschwindigkeit $\omega = \omega_0(1-s)$, was nach der Vertauschung in (1')

$$A = \omega_0 \left(\int_0^T M dt - \int_0^T M s dt \right) \quad (2)$$

gibt. Das erste Glied in (2) ist gleich $M_{mo}T$; außerdem haben wir für die lineare Motor-Kennlinie die Beziehung $s = s_n \frac{M}{M_n}$; infolgedessen wird (2) folgende Form annehmen:

$$A = \omega_0 \left(M_{mo}T - \frac{s_n}{M_n} \int_0^T M^2 dt \right) = \omega_0 T \left(M_{mo} - \frac{s_n}{M_n} M_e^2 \right), \quad (2')$$

wobei die Gleichheit $\int_0^T M^2 dt = T M_e^2$ berücksichtigt wurde. Aus (2') folgt, daß die gesamte von dem Motor ausgeführte Arbeit pro Zyklus einem konstanten Wert $A_1 = \omega_0 T M_{mo}$, abzüglich eines veränderlichen Wertes,

der von der Form des Belastungsdiagramms und von den Antriebskennwerten abhängt, gleich ist

$$A_2 = \omega_0 T \frac{s_n}{M_n} M_e^2.$$

Es ist leicht zu beweisen, daß A_2 somit die Rotorkupferverluste pro Zyklus darstellt. Falls die Arbeit A in kpm gegeben wird und das Endergebnis in kW ausgedrückt werden soll, so berücksichtigt man die Identität

$$\frac{A}{102} = \int_0^T \frac{M_n}{975} dt \quad \text{kWs}$$

und Formel (2') geht in die Formel

$$A = \frac{n_0 T}{9,55} \left(M_{mo} - \frac{s_n}{M_n} M_e^2 \right) \quad (I)$$

über. Unter der Bedingung der vollen thermischen Ausnutzung des Motors, d.h. bei $M_n = M_e$, erhalten wir schließlich als erste Grundgleichung

$$A = \frac{n_0 T}{9,55} (M_{mo} - s_n M_n), \quad (I')$$

oder

$$s_n M_n = M_{mo} - 9,55 \frac{A}{n_0 T} = B. \quad (I'')$$

2) Die optimale mechanische Kennlinie des Motors bei der periodischen veränderlichen Belastung

Als optimale Kennlinie des Motors bezeichnen wir diejenige, bei der die Antriebsschwungmassen während der Arbeitsperiode am besten ausgenutzt werden [3]. Nehmen wir zuerst als Grundlage unserer Betrachtungen die ideale pulsierende Belastung in der Form einer Sinusoide (Abb. 1, rechts). Zum Antrieb möge ein Motor mit der Kennlinie Gerade 1 bzw. 2 und 3 dienen (drei Varianten, Abb. 1, links). Wenn der größte Momentenunterschied der gegebenen Belastung ($M_{10} - M_{20}$) ist, so ist derselbe für die Motorbelastung ($M'_1 - M'_2$) bzw. ($M''_1 - M''_2$) und ($M'''_1 - M'''_2$). Die Abb. 1 zeigt, daß mit der Erhöhung des Nennschlupfes s_n bei demselben Nennmoment des Motors M_n die mittlere Geschwindigkeit des Motors $(n_1 + n_2)/2$ allmählich fallen wird. Demgegenüber wird der größte Geschwindigkeitsunterschied während des Zyklus ($n_2 - n_1$) steigen. Die gespeicherte bzw. abgegebene kinetische Energie der Schwungmassen während einer Periode ist

$$\begin{aligned} K &= \frac{GD^2}{7200} (n_2^2 - n_1^2) = \frac{GD^2}{7200} \cdot \frac{n_2 + n_1}{2} (n_2 - n_1) = \\ &= \frac{GD^2 \cdot n_0^2}{7200} [(1-s_2)^2 - (1-s_1)^2] = \\ &= \frac{GD^2 \cdot n_0^2}{3600} (s_1 - s_2) \left(1 - \frac{s_1 + s_2}{2} \right) = \\ &= \frac{GD^2 \cdot n_0^2}{3600} (s_1 - s_2) (1 - s_{mo}). \end{aligned} \quad (3)$$

In der Übereinstimmung mit dem oben Gesagten kann der Ausdruck (3) ein Maximum haben. Da

$$s_{m0} = M_{m0} \frac{s_n}{M_n} = M_0 \frac{s_n}{M_n} \quad (4)$$

und

$$s_1 - s_2 = (M_{18} - M_{28}) \cdot \frac{s_n}{M_n} = \frac{M_{10} - M_{20}}{|1 + (\omega T_n)^2|} \cdot \frac{s_n}{M_n} \quad (5)$$

(siehe z. B. [5]), so erhalten wir, nach der Vertauschung der Ausdrücke (4) und (5) in (3), nur unter Berücksichtigung des veränderlichen Teiles,

$$K_1 = \frac{s_n}{M_n} \cdot \frac{1 - M_{m0} \frac{s_n}{M_n}}{|1 + (\omega T_n)^2|} = \frac{x(1 - M_{m0} x)}{|1 + R^2 x^2|} = f(x), \quad (6)$$

wobei man

$$\frac{s_n}{M_n} = x$$

und

$$\omega T_n = \frac{2\pi}{t_c} \cdot \frac{n_0 G D^2 \cdot s_n}{375 M_n} = R x$$

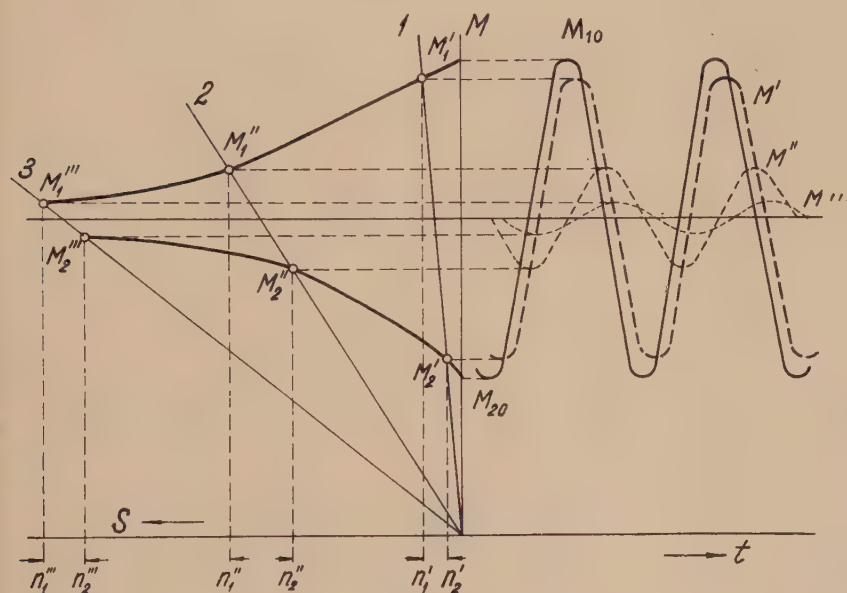


Abb. 1

annimmt. Um den maximalen Wert von K_1 zu bestimmen, differenzieren wir (6) nach x und setzen das Ergebnis gleich Null, was nach einfachen Umformungen

$$x^3 - \frac{2}{R^2} x - \frac{1}{M_{m0} R^2} = 0 \quad (7)$$

ergibt. Durch die Kardan-Formel ergibt sich die Lösung von (7):

$$\begin{aligned} x_{\text{opt}} &= \left(\frac{s_n}{M_n} \right)_{\text{opt}} = \\ &= \sqrt[3]{\frac{1}{2 M_{m0} R^2}} \left\{ \sqrt[3]{1 + \sqrt{1 + \frac{32 M_{m0}^2}{27 R^2}}} + \right. \\ &\quad \left. + \sqrt[3]{1 - \sqrt{1 + \frac{32 M_{m0}^2}{27 R^2}}} \right\} \cong \\ &\cong \sqrt[3]{\frac{1}{2 M_{m0} R^2}} \sqrt[3]{1 + 1} = 15 \sqrt[3]{\frac{t_c^2}{M_{m0} n_0^2 (G D^2)^2}} \quad (8) \end{aligned}$$

da man den Bruch $32 M_{m0} / (27 R^2)$ im Vergleich zu Eins vernachlässigen kann (der Beweis erübrigt sich).

Wenn das Belastungsdiagramm eine beliebige periodische Kurve darstellt, so kann man in derselben Weise und mittels Zerlegung dieser Kurve in eine Fourierreihe die ähnliche Endformel

$$\left(\frac{s_n}{M_n} \right)_{\text{opt}} = 15 \sqrt[3]{\frac{1}{M_{m0} n_0^2 (G D^2)^2}} \times \sigma \quad (II)$$

erhalten; dabei ist

$$\sigma = \sqrt[3]{\frac{\sum t_{c1}^3 a_1}{\sum t_{c1} a_1}} \quad (9)$$

und

$$a_1 = \frac{M_{\text{max}} - M_{\text{min}}}{M_{m0}} = \frac{2 M_1}{M_{m0}} \quad (10)$$

Wenn das Belastungsdiagramm durch eine einzige Sinusoide dargestellt ist, so ist

$$\sigma = \sqrt[3]{\frac{t_c^3 a_1}{t_c a_1}} = \sqrt[3]{t_1^2},$$

und Formel (II) geht in die Formel (8) über. Der optimale Nennschlupf s_n oder die optimale Steilheit der Motorkennlinie gemäß (8) bzw. (II) entspricht der besten Ausnutzung der vorhandenen Schwungmassen, d. h. — der günstigsten Arbeitsverteilung zwischen der Stoß- und Leerlaufperiode während des Zyklus. Unter diesen Verhältnissen wird dem Motor die größte „Hilfe“ durch die Schwungmassen gegeben.

Hierbei kann es sich herausstellen, daß der optimale Schlupf, gemäß (8) bzw. (II), die mittlere Geschwindigkeit des Antriebes herabsetzt und den Ungleichförmigkeitsgrad des Laufes erhöht. Den ersten Nachteil kann man durch die entsprechende Abänderung der Übersetzungszahl be-

seitigen. Was den Ungleichförmigkeitsgrad anbetrifft, so muß die Zulässigkeit desselben speziell überprüft werden. (8) und (II) lassen sich folgendermaßen vereinfachen und verallgemeinern

$$\begin{aligned} \sigma &= \sqrt[3]{\frac{\sum t_{c1}^3 a_1}{\sum t_{c1} a_1}} = \sqrt[3]{\frac{\sum \left(\frac{t_c}{i} \right)^3 a_i}{\sum \left(\frac{t_c}{i} \right) a_i}} = \\ &= \sqrt[3]{t_1^3 \sum \frac{a_1}{\left(\frac{i t_1}{t_c} \right)^3} \left[t_1 \sum \frac{a_1}{\left(\frac{i t_1}{t_c} \right)} \right]} = \\ &= \sqrt[3]{t_1^3} \sqrt[3]{\sum \frac{a_1}{\left(\frac{i t_1}{t_c} \right)^3} \sum \frac{a_1}{\frac{i t_1}{t_c}}} = \sqrt[3]{t_1^2} \times \gamma. \quad (11) \end{aligned}$$

Weiterhin werden wir die Stoßbelastungsdiagramme betrachten, die sämtliche für die Praxis wichtigsten

Fälle umfassen (Abb. 2a, b, c, d). Wir müssen nun noch den Zahlenwert von γ für die Stoßbelastungen gemäß Abb. 2 finden. Dazu muß man jede der 4 Kurven in eine unendliche Fourierreihe zerlegen, die Werte

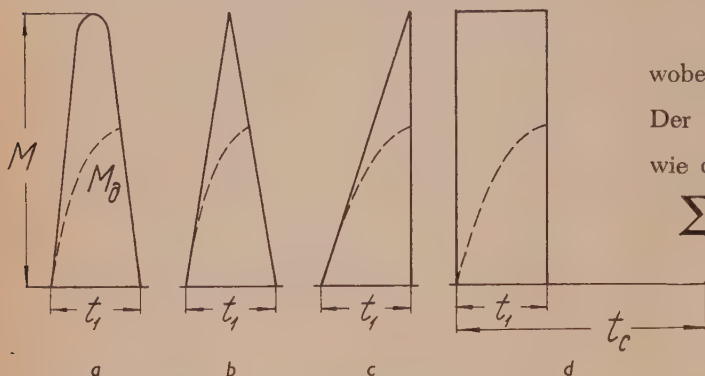


Abb. 2

von a_i und it_1/t_c für $i=1, 2, 3 \dots \infty$ berechnen und die entsprechenden Summierungen in der Formel (11) ausführen. Im gegebenen Falle ist nur das Amplitudenspektrum, und nicht das Phasenspektrum, von Bedeutung. Die in den Handbüchern [5] dargestellten Spektren von Fourierharmonischen mit den fertig vorliegenden Amplitudenwerten

$$a_i = \frac{M_i}{M_{mo}} = f\left(\frac{it_1}{t_c}\right)$$

erleichtern diese Arbeit, die folgende Ergebnisse für γ liefert:

Abb. 2	a	b	c	d
γ	2,39	2,41	2,46	2,6

Infolge des geringfügigen Einflusses der Kurvenform auf γ nehmen wir einen mittleren Wert von $\gamma = 2,5$, woraus sich

$$\sigma = 2,5 \sqrt[3]{\frac{t_1^2}{t_c^2}} \quad \text{und} \quad \left(\frac{s_n}{M_n}\right)_{\text{opt}} = 37,5 \sqrt[3]{\frac{t_1^2}{M_{mo} n_0^2 (GD^2)^2}} = \frac{C}{Z}, \quad (\text{II}')$$

ergibt, wobei

$$37,5 \sqrt[3]{\frac{t_1^2}{M_{mo} n_0^2}} = C \quad (12) \quad \text{und} \quad \sqrt[3]{(GD^2)^2} = Z \quad (13)$$

angenommen wurde. Das Multiplizieren und Dividieren der Gleichungen (I'') und (II') gibt folgende Lösungen, die man bei gegebener Schwungradgröße GD^2 benutzen kann:

$$s_n = \sqrt{\frac{BC}{Z}} \quad (14), \quad M_n = \sqrt{\frac{BZ}{C}} \quad (15)$$

3) Das quadratische Mittelmoment bei einer periodischen Belastung (Berechnung des Motors in bezug auf die Erwärmung)

Als dritte Hauptgleichung kann die folgende Formel für den Mittelquadratwert einer zusammengesetzten periodischen Kurve [4] benutzt werden:

$$\left(\frac{M_e}{M_{mo}}\right)^2 = 1 + \frac{1}{8} \sum_{i=1}^m \frac{a_i^2}{1 + (i\omega T_n)^2} \approx 1 + \frac{1}{8(\omega T_n)^2} \sum_{i=1}^m \left(\frac{a_i}{i}\right)^2, \quad (\text{III})$$

wobei $1 + (i\omega T_n)^2 \approx (i\omega T_n)^2$ angenommen wurde

Der Faktor $\sum \left(\frac{a_i}{i}\right)^2$ in (III) wird in ähnlicher Weise, wie oben der Faktor γ , umgeformt, nämlich:

$$\sum \left(\frac{a_i}{i}\right)^2 = \sum \left(\frac{a_i}{i} \cdot \frac{t_1}{t_c}\right)^2 = \varepsilon^2 \sum \left(\frac{a_i}{i} \cdot \frac{t_1}{t_c}\right)^2 = \varepsilon^2 \delta,$$

wobei

$$\varepsilon = \frac{t_1}{t_c} \quad \text{und} \quad \delta = \sum \left(\frac{a_i}{i} \cdot \frac{t_1}{t_c}\right)^2$$

An Hand der Tabelle über Amplitudenspektren [5] finden wir, wie oben, folgende Werte von δ :

Abb. 2	a	b	c	d
δ	110	111,7	117,4	128,8

Nehmen wir wiederum für alle Kurven einen mittleren Wert $\delta \approx 120$, so erhalten wir

$$\sum \left(\frac{a_i}{i}\right)^2 \approx 120 \varepsilon^2 = 120 \left(\frac{t_1}{t_c}\right)^2 \quad (16)$$

und (Gleichung III)

$$\left(\frac{M_n}{M_{mo}}\right)^2 = 1 + \frac{120 \cdot \varepsilon^2}{8(\omega T_n)^2} = 1 + 15 \left(\frac{\varepsilon}{2\pi n_0 G D^2 \frac{s_n}{M_n}}\right)^2, \quad (\text{III}')$$

wobei M_e durch M_n , zwecks voller thermischer Ausnutzung des Motors, ersetzt wurde.

Führen wir in diese Gleichung den Wert von M_n aus (15) und s_n aus (14) ein, so erhalten wir nach den einfachen Umformungen die quadratische Gleichung

$$Z^2 - \frac{C M_{mo}}{B} Z - 54000 \frac{M_{mo}^2}{B C} \left(\frac{t_1}{n_0}\right)^2 = 0,$$

deren Lösung lautet:

$$Z = \sqrt[3]{(GD^2)^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{C M_{mo}^2}{B} \left(1 + \sqrt{1 + 4 \frac{B}{M_{mo}}}\right), \quad (17)$$

wobei die notwendige Größe des Schwungmomentes

$$GD^2 = \sqrt[3]{Z^3} \quad \text{ist.} \quad (17')$$

Die durchgeführte Analyse zeigt, daß die Form der Belastungsstoßkurve praktisch keinen Einfluß auf die Auswahl optimaler Werte von GD^2 , M_n und s_n des Motors und auf dessen Erwärmung ausübt. Der Berechnungsgang der Gl. (III) zeigt, daß dieselbe eine Bedingung der thermischen Anpassung des Motors bestimmt.

Zusammenfassend kann man die drei Hauptgleichungen als „energetische“ (I'), „mechanische“ (II') und „thermische“ (III') bezeichnen, entsprechend den Vorgängen, die diese Gleichungen widerspiegeln.

4) Zahlenbeispiele

Beispiel 1. Für eine Exzenterpresse sollen die optimalen Antriebsdaten berechnet werden [6]. Es sind gegeben:

- a) die Arbeit beim Pressen einschließlich der inneren Verluste in der Maschine selbst $A = 5\,000\text{ kpm}$;
- b) die Zahl der Pressungen oder Hübe beträgt 15 in der Minute, d.h. die Dauer eines jeden Zyklus ist $t_c = 60/15 = 4\text{ s}$;
- c) die Dauer eines Stoßes oder die Belastungsperiode $t_1 = 1\text{ s}$;
- d) die synchrone oder Leerlaufdrehzahl ist $1\,500\text{ U/min}$;
- e) das mittlere Moment des Belastungsdiagramms ist $M_{m0} = 8,5\text{ kpm}$; die Form des Stoß- oder Belastungsdiagramms ist nicht angegeben.

Gemäß der Formel (I')

$$B = s_n M_n = 8,5 - 9,55 \frac{5\,000}{1\,500 \cdot 4} = 0,54.$$

Laut Formel (II') ist

$$C = 37,5 \sqrt{\frac{1}{8 \cdot 5 \cdot 1\,500^2}} = 0,14$$

Die Formel (17) gibt

$$Z = \frac{1}{2} \cdot \frac{0,14 \cdot 8,5^2}{0,54} \left\{ 1 + \sqrt{1 + 4 \frac{0,54}{8,5}} \right\} = 19,8,$$

wobei gemäß (17')

$$GD^2 = \sqrt{19,8^3} = 88,5\text{ kpm}^2 \text{ ist.}$$

Laut (14) und (15) bzw. (I'') ist

$$s_n = \sqrt{\frac{0,54 \cdot 0,14}{3 \sqrt{88,5^2}}} = 0,0615 = 6,15\%$$

und

$$M_n = \frac{0,54}{0,0615} = 8,8\text{ kpm}.$$

Die Nennleistung des Motors

$$P_n = \frac{8,8 \cdot 1\,500 (1 - 0,0615)}{975} = 12,7\text{ kW}.$$

Die elektromechanische Zeitkonstante des Antriebes

$$T = \frac{n_0 GD^2 s_n}{375 M_n} = \frac{1\,500 \cdot 88,5 \cdot 0,0615}{375 \cdot 8,8} = 2,46\text{ s}.$$

Es ist interessant, diese Ergebnisse mit den entsprechenden Zahlen des Beispiels aus [6] zu vergleichen, wo sämtliche Daten im voraus gegeben waren.

Beispiel 2. Die Exzenterpresse für 1 250 t hat folgende Kenndaten:

$$\begin{aligned} A &= 7\,800\text{ kpm} & n_0 &= 1\,000\text{ U/min} \\ t_c &= 5\text{ s} & M_{m0} &= 17\text{ kpm} \\ t_1 &= 0,67\text{ s.} \end{aligned}$$

Die Berechnung des Antriebes führen wir in ähnlicher Weise, wie oben, aus.

$$B = s_n M_n = 17 - 9,55 \frac{7\,800}{1\,000 \cdot 5} = 2,1$$

$$C = 37,5 \sqrt{\frac{0,67^2}{17 \cdot 1\,000^2}} = 0,112$$

$$Z = \frac{1}{2} \cdot \frac{0,112 \cdot 17^2}{2,1} \left\{ 1 + \sqrt{1 + 4 \frac{2,1}{17}} \right\} = 17,1$$

$$GD^2 = \sqrt{17,1^3} = 70,7\text{ kpm}^2$$

$$s_n = \frac{\sqrt{2,1 \cdot 0,112}}{3 \sqrt{70,7}} = 0,117 = 11,7\%$$

$$M_n = \frac{2,1}{0,117} = 18\text{ kpm}$$

$$P_n = \frac{18 \cdot 1\,000 (1 - 0,117)}{975} = 16,4\text{ kW},$$

$$T_n = \frac{1\,000 \cdot 70,7 \cdot 0,117}{375 \cdot 18} = 1,22\text{ s}.$$

Um den Einfluß der einzelnen Faktoren auf die Antriebsdaten zu verfolgen, wurde eine Reihe von Varianten für $M_{m0} = 15,2$ bis 18 kpm berechnet

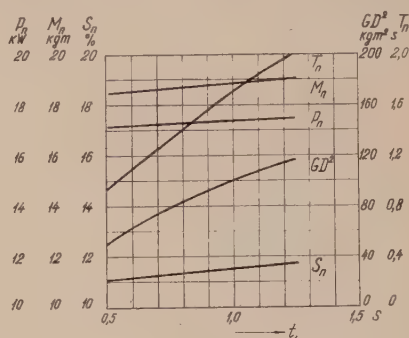


Abb. 3

(Abb. 3). Außerdem wurden die Varianten bei festgelegten $A = 7\,800\text{ kpm}$ und $M_{m0} = 17\text{ kpm}$, aber verschiedenen $t_1 = 0,5$ bis $1,25\text{ s}$ berechnet (Abb. 4).

5) Zusammenfassung

Es wird gezeigt, daß durch die Einführung eines neuen Begriffes „der optimalen mechanischen Kennlinie des Motors“ bei den Schwungradantrieben mit stark veränderlicher Belastung sämtliche drei Grund-

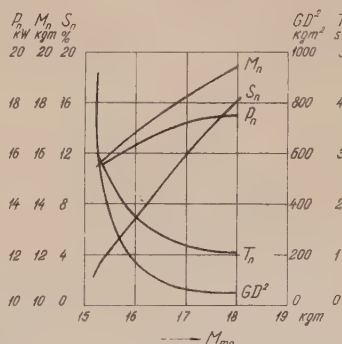


Abb. 4

größen des Antriebs Motornennmoment M_n , dessen Nennschlupf s_n und GD^2 des Schwungrades auf rein analytischem Wege gefunden werden können, was eine bequeme Unterlage für die ingenieurmäßigen Berechnungen ergibt.

Schrifttum

[1] HEILER, L.: Über die Berechnung des elektrischen Antriebes mit Schwungmassen. E und M, 53. Jg. (1935), S. 519.

[2] HEILER, L.: Eine neue Formel zur Berechnung des elektrischen Antriebes mit Schwungmassen. E und M, 56. Jg. (1938), S. 33.

[3] „Wjestnik Elektropromischlennosti“, (1939), Nr. 4, S. 14, (Russisch).

[4] LIWSCHITZ, M.: Schwungmomente von Kolbenkompressoren bei Antrieb durch Asynchron- und Synchronmotoren. E und M, 52. Jg. (1934), Nr. 14, S. 159.

[5] „Reference data for radio engineers“. New York. 1956. Vierte Auflage.

[6] SCHUISKY, W.: Elektromotoren. 1951. S. 411...412.

Vom Schutzwert eines Vorschaltwiderstandes

Von F. MARESCH und F. SCHAFFER, Wien

DK 614.825 : 621.316.933.8

Selbst unter Fachleuten ist die Ansicht weit verbreitet, daß es ungefährlich oder zumindestens weit weniger gefährlich sei, über den Widerstand eines Verbrauchers, z. B. einer Glühlampe, an Netzspannung zu geraten, als unmittelbar. Der Denkfehler, daß ein Widerstand auf jeden Fall Elektrizität „vernichtet“, führt, wie die Praxis zeigt, immer wieder zu schweren Unfällen.

Sogar der sicherheitstechnische Hinweis, daß das Prüfen des Schutzleiters mit einer normalen Prüflampe bei einer Schutzleiterunterbrechung Gefahren hervorrufen kann, stößt vielfach auf Unverständnis. Man glaubt, es könne nichts geschehen, weil ja eine Lampe vorgeschaltet ist. Tatsächlich stehen aber in diesem Falle bei einer Unterbrechung des Schutzleiters alle vor der Unterbrechungsstelle angeschlossenen Geräte unter Spannung gegen Erde (Abb. 1).

Diese falsche Einstellung zum Vorschaltwiderstand gibt Anlaß, die Verhältnisse bei der Elektrisierung

schaltung komplexer Widerstände dar, wobei der resultierende Widerstand in bekannter Weise durch geometrische Addition gefunden wird. Diese allgemeine Beziehung muß noch durch den Hinweis ergänzt werden, daß der Widerstand des menschlichen Körpers und der Vorschaltwiderstand durchaus nicht immer als konstant betrachtet werden dürfen, sondern zeitlich veränderlich, stromabhängig oder spannungsabhängig sein können. Beim Körperwiderstand ist dies sogar die Regel. Tritt der Vorschaltwiderstand in Form einer Gasentladungsstrecke, etwa einer Glimmlampe, auf, dann wird die Angabe eines Widerstandswertes sinnlos, an seine Stelle tritt die Charakteristik der Entladungsstrecke. Die für die Praxis bedeutungsvolle Frage des Schutzwertes von Glimmlampen in Spannungsprüfern wurde von KULLAK [1] und MÜLLER [2] näher untersucht.

Über den Körperwiderstand haben unter anderen FREIBERGER [3], VISENTIN [4] und KOUWENHOVEN [5] eingehende Untersuchungen angestellt. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß der Hauptwiderstand in der Oberhaut (Epidermis) liegt; wird diese elektrisch durchschlagen oder mechanisch verletzt, dann tritt nur mehr der viel geringere Widerstand des Körperinneren (etwa 800 bis 2000 Ω) in Erscheinung. Der Widerstand der trockenen Oberhaut ist weitaus höher. Er ist etwa proportional ihrer Dicke an der Stromeintrittsstelle und verkehrt proportional der Berührungsfläche mit dem stromführenden Leiter. Darüber hinaus schwankt aber auch noch die elektrische Leitfähigkeit der Haut sehr stark in Abhängigkeit von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Schweißabsonderung, Konstitution, Alter, Geschlecht, Tageszeit usw. Starke Durch-

feuchtung kann die Leitfähigkeit auf das Hundertfache erhöhen. Aus diesen Gründen ist es nicht möglich, allgemein gültige Werte für den Körperwiderstand anzugeben. Er kann etwa zwischen 0,8...200 k Ω schwanken. Dazu kommt, daß der Körperwiderstand kein rein ohmscher Widerstand, sondern ein Scheinwiderstand mit einer erheblichen kapazitiven Komponente ist.

Die im folgenden beschriebenen Fälle, in denen u. a. selbst Elektrofachleute bei Geräten mit Netzanschluß mit Hilfe von Vorwiderständen Spannungen von ungefährlicher Höhe für Gebrauchszwecke erzeugen wollten, stammen aus dem reichen Material des Wiener Elektropathologischen Museums.

Bei ihrer Besprechung wird — um einen Anhalts-

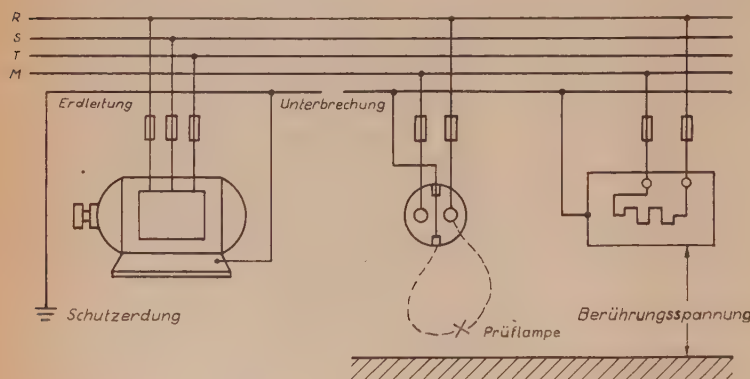


Abb. 1. Gefahr bei Prüfung, hervorgerufen durch Schutzleiterunterbrechung

eines Menschen über einen vorgeschalteten Widerstand näher zu untersuchen und an Hand einiger tatsächlich geschehener Unfälle zu erläutern.

Bei einer Elektrisierung ist außer dem Verlauf der Strombahn, der Dauer der Einwirkung und der persönlichen Konstitution vor allem die den menschlichen Körper durchfließende Stromstärke für das Ausmaß der Schädigung maßgebend. Diese Stromstärke ergibt sich einerseits aus der angelegten Spannung, andererseits aus dem vorgeschalteten Widerstand und dem Widerstand des menschlichen Körpers, wozu allenfalls noch der Übergangswiderstand zum spannungsführenden Leiter bzw. zur Erde kommt. Bei Wechselstrom stellt sich dies in der allgemeinsten Form als die Hintereinander-

punkt für die auftretenden Berührungsspannungen zu gewinnen — für den Körperwiderstand bei unverletzter, jedoch feuchter Haut ein rein ohmscher Ersatzwiderstand von 3 k Ω angenommen. Diese Annahme findet in der Bestimmung über die Messung der Berührungsspannung in ÖVE-E 40/1959 (Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen mit Betriebsspannungen unter 1 000 Volt) eine gewisse Rechtfertigung. Der Widerstand des Körperinneren wird einem ohmschen Widerstand von 1 k Ω gleichgesetzt¹⁾.

Fall 1:

Ein zehnjähriger Knabe verunglückte, als er die Lokomotive seiner Spielzeugeisenbahn (für 10 V Betriebsspannung) beiseitestellte und die der Stromzuführung dienenden Schienen berührte. Der Anschluß der Schienen erfolgte an das 220-V-Gleichstromnetz unter Verwendung eines Vorschaltgerätes, welches mit zwei 25kerzigen Kohlenfadenlampen und einem Regulierwiderstand ausgestattet war. Abb. 2 zeigt das Schaltbild der Anordnung. Der Regulierwiderstand hat fünf Stufen, der sechste Knopf ist isoliert und bewirkt über eine Feder die doppelpolige Abschaltung der zum Anschluß der Schienen dienenden Kontakte vom Netz. Bemerkt sei, daß der Knabe zur Zeit des Unfalles von Erde isoliert war. Die Spannung beim Anfassen der beiden Schienen bleibt hier nur so lange in zulässigen

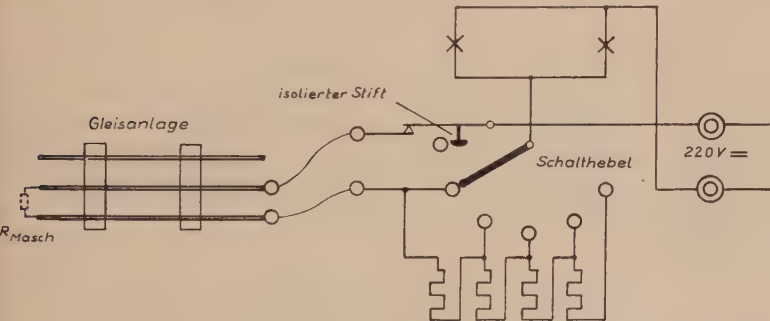


Abb. 2. Anschlußgerät für Spielzeugeisenbahn mit regelbarem Vorwiderstand

Grenzen, als der relativ kleine Widerstand der Lokomotive ($R_{Masch.}$) parallel zum menschlichen Körper eingeschaltet ist. Fehlt dieser Parallelwiderstand, dann verteilt sich der Spannungsabfall entsprechend den Widerständen auf das Anschlußgerät und den Menschen. Da der Widerstand des Menschen relativ groß ist, tritt hier der weitaus größere Spannungsanteil auf. Die Spannungsmessung ergibt — je nach Stellung des Regulierhebels — am 3-k Ω -Ersatzwiderstand eine Spannung von 188...194 V, am 1 k Ω -Ersatzwiderstand eine solche von 148...163 V, also eine Spannung weit über der Gefahregrenze. Es ist bedauerlich, daß derartige Geräte noch immer im Altwarenhandel auftauchen.

Fall 2:

Ein Radiobastler fertigte sich einen Elektrisierapparat an, der im wesentlichen aus einem etwa daumendicken Lederschlauch, der mit Kochsalzlösung getränkt wurde und als Vorschaltwiderstand diente und aus

zwei „Elektroden“ in Gestalt von Frottierlappen bestand. Die eine Elektrode wurde direkt, die andere über den erwähnten Vorschaltwiderstand an das 220-V-Wechselstromnetz angeschlossen, wobei der „Patient“

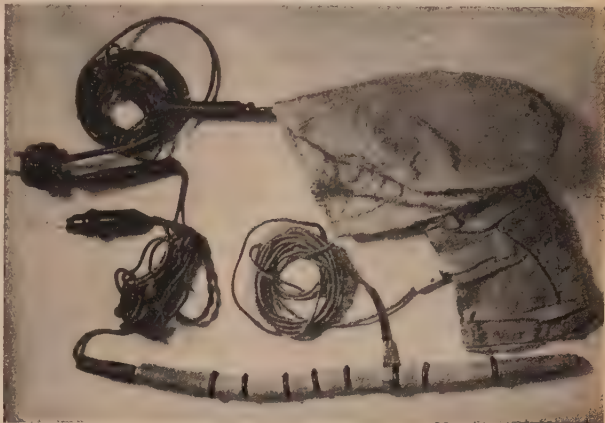


Abb. 3. Selbstverfertigter Elektrisierapparat

von Erde isoliert war. Abb. 3 zeigt das Gerät, Abb. 4 läßt die Schaltung zur Zeit des tödlichen Unfalles erkennen. Eine genaue meßtechnische Erfassung der am Menschen liegenden Spannung ist hier nicht möglich, weil die Widerstände zur Zeit des Unfalles nicht rekonstruiert werden können. Die Rechnung ergibt, daß bei einem zwischen den Elektroanschlüssen liegenden Ersatzwiderstand von 3 k Ω ein Vorschaltwiderstand von 12,7 k Ω nötig wäre, um an dem Ersatzwiderstand keine größere Spannung als 42 V entstehen zu lassen. Nach Tränkung des Lederschlauches mit destilliertem Wasser ergibt eine Messung des größten, an diesem Vorwiderstand mit Hilfe einer Schelle einstellbaren Wertes 4,2 k Ω . Da dabei nur die im Schlauch enthaltenen Salzreste in Lösung gingen, sonst aber keine dissoziierbaren Stoffe vorhanden waren, kann der Widerstand zur Zeit des Unfalles keinesfalls höher, sondern wahrscheinlich wesentlich geringer gewesen sein.

Fall 3:

In einem Krankenhaus wurde vom Elektrotechniker ein Augenspiegel über einen Regulierwiderstand an das 2 \times 220-V-Gleichstromnetz angeschlossen. Abb. 5 zeigt die Anordnung. Ursprünglich wurde der Augenspiegel mit einer in den Griff eingebauten Stabbatterie betrieben. Dabei bildete der metallene Handgriff den einen Pol. Das wurde auch nicht geändert, als man die Lampe für Netzanschluß adaptierte. Aus Abb. 6 ist ersichtlich, daß der Regulierwiderstand gegen Erde einen Spannungsteiler bildet, so daß am Handgriff etwa die Hälfte der Netzspannung gegen Erde vorhanden war. Es kam bei der Berührung eines geerdeten Metallteiles zu einer starken Elektrisierung des Arztes über den vorgeschalteten Widerstand von etwa 550 Ω . Bei Einführung eines Ersatzwiderstandes von 3 k Ω für

¹⁾ s. auch [3], [4], [5].

den Körperwiderstand in das Schaltbild ergibt sich eine Berührungsspannung von etwa 100 V, was die Elektrisierung durchaus erklärlich macht.

Fall 4:

Dieser Unfall ereignete sich ebenfalls in einem Krankenhaus. Zur Steigerung der Wirkung eines Darmbades wurde die in den Darm eingeführte Salzlösung über einen Regulierwiderstand mit dem 110-V-Wech-

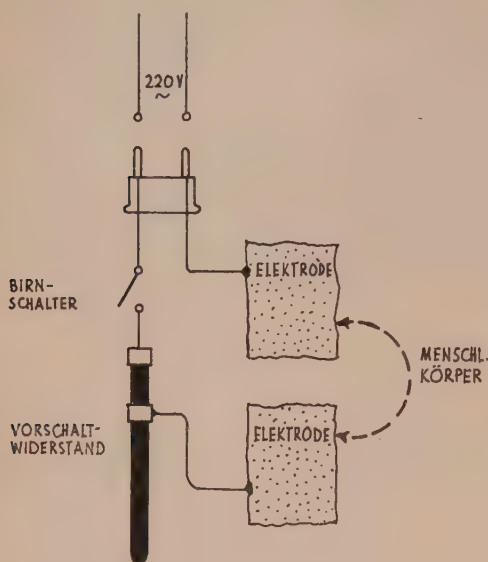


Abb. 4. Schaltschema des selbstverfertigten Rasierapparates

selbststromnetz verbunden und der Strom über eine ringförmige Halselektrode geschlossen. Die Wanne war von Erde isoliert. Es kam zu einer heftigen Elektrisierung, als man ein Dreheisenvoltmeter, mit welchem man die am Patienten liegende Spannung kontrollierte,

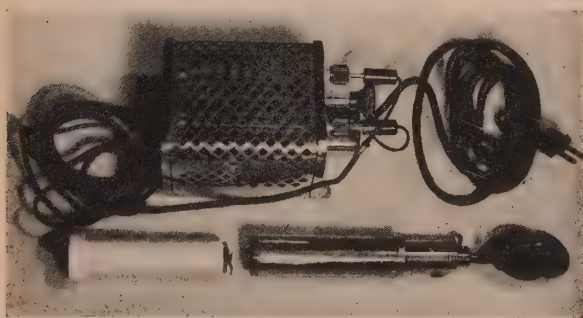


Abb. 4. Schaltschema des selbstverfertigten Elektrisierapparates

abklemmte, um an anderer Stelle zu messen. Abb. 7 zeigt die Situation zur Zeit des Unfalles. Durch Wegfall der Belastung durch das Voltmeter stieg die am Patienten liegende Spannung beträchtlich an.

Fall 5:

Ein Landwirt errichtete einen improvisierten elektrischen Weidezaun, um das Ausbrechen der Kühe zu verhindern. Er ging dabei so vor, daß er vom Außenleiter eines 220/380-V-Drehstromnetzes über eine 60-W-Glühlampe als Vorschaltwiderstand den Zaun unter

Spannung setzte. Zwei Personen, welche den Zaun überklettern wollten, um an einem Brunnen Wasser zu trinken, erlitten schwere Elektrisierungen. Eine Messung an der Glühlampe in Hintereinanderschaltung mit einem Ersatzwiderstand von 3 k Ω ergab eine Berührungsspannung von 209 V.

Die geschilderten Unfälle geben Anlaß, auf das Verhalten von Glühlampen einzugehen, welche bei einer Elektrisierung dem menschlichen Körper als Widerstand vorgeschaltet sind. Bekanntlich stellt eine elektrische Glühlampe keineswegs einen konstanten Widerstand dar, ihr Widerstand ändert sich vielmehr erheblich mit der Temperatur des Glühfadens. Kohlenfadenlampen besitzen einen negativen Temperaturkoeffizienten, d. h. ihr Widerstand sinkt bei zunehmender

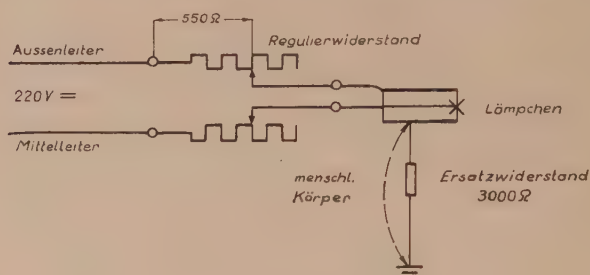


Abb. 6. Schaltschema zu Abb. 5

Fadentemperatur; Metallfadenlampen haben einen positiven Temperaturkoeffizienten, d. h. ihr Widerstand steigt bei Erwärmung des Fadens. Abb. 8 zeigt den Verlauf des Widerstandes in Abhängigkeit von der angelegten Spannung für eine der üblichen Doppelwendellampen und für eine Kohlenfadenlampe. Die Kurve

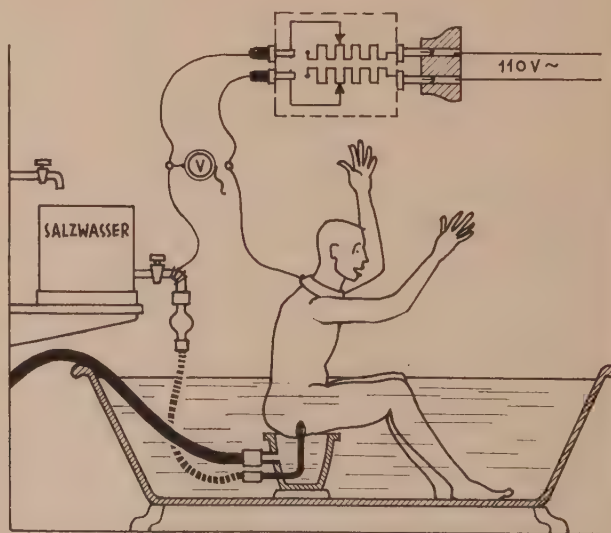


Abb. 7. Situationsbild zum Unfall beim Darmbad

für die Metallfadenlampe läßt erkennen, daß der Widerstand hier sehr stark — bis auf etwa das 13fache des Kaltwiderstandes — ansteigt. Dieser Umstand ist von erheblicher sicherheitstechnischer Bedeutung, denn dadurch wird bei einer Elektrisierung mit einer Metall-

faden-Glühlampe als Vorschaltwiderstand der auf den Menschen entfallende Spannungsanteil weit größer sein, als es dem Widerstand der mit voller Spannung brennenden Glühlampe entsprechen würde. Insbesondere steht dadurch eine höhere Spannung für den Hautdurchschlag zur Verfügung. So ist bei einer üblichen 40-W-Glühlampe im warmen Zustand die Spannung am 3-k Ω -Ersatzwiderstand etwa 196 V, bei 1 k Ω Widerstand 118 V. In der Regel wird bei einer Elektri-

oder in der Nähe laufender Maschinen gefährlich werden können³⁾.

Ist ein betriebsmäßiger Stromfluß über den menschlichen Körper beabsichtigt, wie etwa bei Glimmlampen zur einpoligen Spannungsprüfung (Glimmtester) oder bei manchen Geräten zur Prüfung von Schutzmaßnahmen gegen hohe Berührungsspannungen, wird man deshalb den Strom noch mehr, und zwar mit etwa 0,3 mA, begrenzen müssen. Dazu kann man Vorschaltwiderstände, allenfalls in Verbindung mit Kondensatoren, benutzen, die den über den menschlichen Körper fließenden Strom auch unter den ungünstigsten Bedingungen nicht über diesen Wert ansteigen lassen. Die Einhaltung des erforderlichen Widerstandes unter den bei der praktischen Verwendung auftretenden Anforderungen muß dauernd sichergestellt sein, d. h. Feuchtigkeit, Alterung, mechanische und chemische Einflüsse u. dgl. dürfen weder den Widerstand herabsetzen noch die Isolation der Kondensatoren und anderer Bauteile wesentlich beeinträchtigen.

Aus dieser Schau her läßt sich auch kritisch zu den immer wieder gemachten Vorschlägen Stellung nehmen, den Stromfluß über den menschlichen Körper zur Betätigung einer Schutzvorrichtung oder zum Stillsetzen einer Maschine bei Gefahr zu benützen. Hier wird man nur Ströme in der Größenordnung von etwa 0,3 mA zu-

lassen können. Ströme dieser Größenordnung werden aber im allgemeinen zu gering bzw. die nötigen Verstärkereinrichtungen zu subtil sein, um — auch im Hinblick auf die Beeinflussung durch andere elektrische Einrichtungen — in der Praxis eine hinreichende Funktionssicherheit zu gewährleisten.

Schrifttum

- [1] KULLAK, H.: Beitrag zur Frage der Verwendung des menschlichen Körpers zur betriebsmäßigen Ableitung elektrischer Ströme in Starkstromanlagen. Der Elektro-Praktiker, 10. Jg. (1956), H. 5, S. 12...14.
- [2] MÜLLER, B.: Anwendung von Glimmlampen zur einpoligen Spannungsprüfung und ihre Grenzen. Der Elektro-Praktiker, 13. Jg. (1959), H. 2, S. 38...43.
- [3] FREIBERGER, H.: Der elektrische Widerstand des menschlichen Körpers gegen technischen Gleich- und Wechselstrom. Berlin: J. Springer. 1934.
- [4] VISENTIN, A.: La fulminazione con correnti industriali a bassa tensione. Elettrificazione, 1. Jg. (1950), Nr. 1, S. 29 bis 32.
- [5] KOUWENHOVEN, W. B.: Die Wirkungen des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper. Ref. in E und M, 67. Jg. (1950), H. 2, S. 60...63.
- [6] KERKOSZEK, F.: Die Gefahren des elektrischen Stromes. ÖZE, 4. Jg. (1951), H. 11, S. 368...373.
- [7] DALZIEL, C. F., und T. H. MANSFIELD: Perception of Electric Currents. Electr. Engng., Vol. 69 (1950), Nr. 9, S. 794...800, ref. in Bull. SEV., Bd. 42 (1951), Nr. 15, S. 543...545.

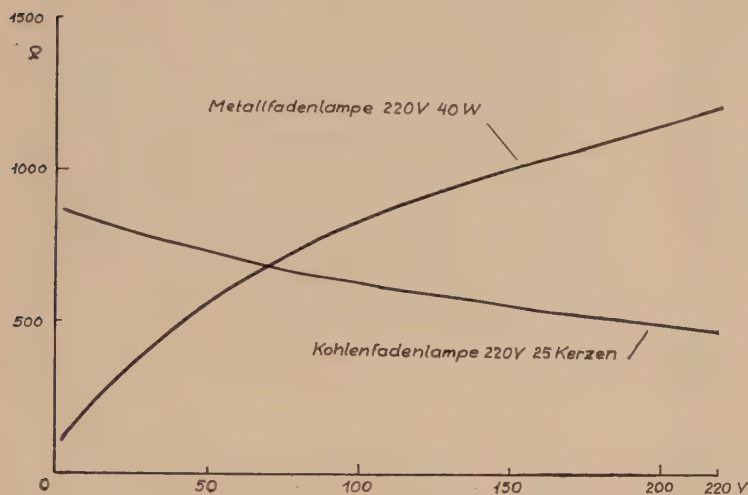


Abb. 8. Widerstandsverlauf in Abhängigkeit von der angelegten Spannung bei Glühlampen

sierung der Anfangswiderstand des Körpers aber noch weit größer sein, so daß praktisch fast die gesamte Spannung für den Hautdurchschlag zur Verfügung steht, wenn die Elektrisierung, wie das wohl meist der Fall sein wird, vom kalten Zustand der Glühlampe aus erfolgt.

Es erhebt sich nun die Frage, wie hoch ein Vorschaltwiderstand sein muß, damit ihm ein Schutzwert zuerkannt werden kann. Vom Standpunkt der Elektropathologie aus wird man einen gewissen Schutzwert nur Widerständen über 25 k Ω zugestehen können. Nur dann bleibt bei den üblichen Spannungen von 220 V und 380 V die Stromstärke unter dem Wert von 15 bis 20 mA, der von verschiedenen Autoren als die untere Grenze für mögliche elektrische Dauerschäden angegeben wird²⁾. Es ist dies die Grenze, oberhalb der ein Loslassen der umfaßten Leiter nicht mehr möglich ist.

Um sicher zu gehen, wird man in Anlehnung an VDE 0720/II.43 (Vorschriften für Elektrowärmegegeräte für Spannungen bis zu 250 V gegen Erde) in Verbindung mit Runderlaß Nr. 2, welche für Ableitströme bei kleineren Geräten nur 3 mA zulassen, nur solche Vorschaltwiderstände als schützend betrachten, welche die Stromstärke mit höchstens 3 mA begrenzen. Dabei ist stets der ungünstigste Fall anzunehmen, d. h. ein Stromfluß bei Feuchtigkeit der Haut und einer gut leitenden Verbindung mit Erde.

Allerdings können auch wesentlich geringere Stromstärken Schockwirkungen und Reflexbewegungen auslösen, die unter Umständen auf erhöhten Standorten

²⁾ s. eine von KERKOSZEK [6] veröffentlichte Zusammenstellung.

³⁾ s. die Untersuchungen von DALZIEL und MANSFIELD [7].

Rundschau

Meßtechnik

DK 681.121.42

Bildung einer internationalen Studiengruppe für Flügelmeßtechnik.

Die Internationale Studiengruppe für Flügelmeßtechnik (International Current-Meter Group, ICMG) wurde von Ingenieuren ins Leben gerufen, die sich aktiv mit der Flügelmeßtechnik zur Durchflußmessung befassen. Das Hauptziel der ICMG ist der Informationsaustausch über neue Meßmethoden, sowie die Zusammenarbeit ihrer Mitglieder bei Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

Die Flügelmeßtechnik ist eine der ältesten Methoden, die in nationalen und internationalen Abnahmeregeln zur Messung großer Durchflüsse festgelegt wurde. Besonders auf dem europäischen Kontinent, wo diese Meßart zur Durchflußmessung in Wasserkraftwerken fast ausschließlich Verwendung findet, wurden wertvolle Erfahrungen gesammelt.

Schon lange sind sich die Fachleute bewußt, daß gewisse Aspekte über die Eichung und das Verhalten der Flügel näherer Abklärung bedürfen. Es sind darüber seit langem in mehreren Ländern Untersuchungen im Gange, und es ist nun die Aufgabe der 1959 gebildeten ICMG, diese zu koordinieren. Unter dem Vorsitz von Prof. H. GERBER, Eidgenössische Technische Hochschule in Zürich, wurde von Fachleuten aus sieben Ländern ein Forschungs- und Entwicklungsprogramm aufgestellt und eine Arbeitsaufteilung vorgenommen. Die Mitglieder der ICMG treffen sich alljährlich, um die Fortschritte festzustellen und die Ergebnisse zu diskutieren, welche die ICMG durch das National Engineering Laboratory, East Kilbride, Schottland, publizieren will.

Die ICMG ist im wesentlichen eine Arbeitsgruppe, die aus Fachleuten besteht, die direkt mit den erwähnten Problemen in Berührung kommen. Sie unterscheidet sich darin von den verschiedenen nationalen und internationalen Normenausschüssen, doch werden enge Kontakte durch Mitglieder aufrecht erhalten, die in beiden Institutionen vertreten sind.

Die Bildung der Internationalen Studiengruppe für Flügelmeßtechnik wurde mit der Hoffnung verknüpft, daß sich ein vertieftes Verständnis der Möglichkeiten und Begrenzungen dieser schon lange bekannten Durchfluß-Meßtechnik ergeben werde. Sie soll auch dazu beitragen, neue Entwicklungen von fortschrittlichen Anwendungsmethoden und Meßgeräten zu fördern.

Berichte über außergewöhnliches Verhalten von Flügeln oder Erfahrungen bei Messungen werden mit Interesse entgegen genommen. Einsendungen sind zu richten an: Dr. F. A. L. WINTERNITZ, Secretary-ICMG, National Engineering Laboratory, East Kilbride, Glasgow (Scotland).

Prof. Dr. F. SCHULZ
(Österreichische Studiengruppe
für Flügelmeßtechnik)

Ehrungen

DK 061.27(43-15).068, 1960"

Drei Siemens-Ringe für Kunststoff-Forscher

Die Siemens-Ring-Stiftung, von technisch-wissenschaftlichen Vereinen, dem Deutschen Museum zu München und von der Technischen Hochschule Charlottenburg am 100. Geburtstag von WERNER VON SIEMENS 1916 errichtet, hat die Aufgabe, Persönlichkeiten ohne Ansehen des Amtes, der Stellung oder des Ranges auszuzeichnen und zu ehren, wenn sie durch ihre Leistung die technischen Wissenschaften gefördert oder durch ihre Forschung der Technik neue

Gebiete erschlossen haben. Die Auszeichnung besteht aus einem goldenen Ring mit eingelegtem Lorbeerkranz, dessen Blätter aus Smaragden und dessen Früchte aus Rubinen gebildet sind. Zu dem Ring gehört eine Kassette mit dem Bildnis von Werner von Siemens und der Widmung, die jeweils individuell von einem Künstler gestaltet wird.

Zehn große Ingenieure und Wissenschaftler haben seit 1916 die hohe Auszeichnung erhalten, und zwar

- KARL VON LINDE, der wissenschaftliche Begründer der Kältetechnik;
- CARL FREIHERR AUER VON WELSBACH, der Erfinder des Gasglühlichts und Erforscher der seltenen Erden;
- CARL BOSCH, der Ausgestalter der Haberschen Ammoniak-Synthese;
- OSKAR VON MILLER, der Schöpfer des Deutschen Museums in München;
- HUGO JUNKERS, der Schöpfer des Ganzmetallflugzeugs;
- WOLFGANG GAEDE, der Begründer der modernen Hochvakuumtechnik;
- FRITZ TODT, der Erbauer der Autobahnen;
- WALTHER BAUERSFELD, der Schöpfer des Zeiß-Planetariums und der Schalenbauweise von Kuppeln;
- HERMANN RÖCHLING, der Pionier auf dem Gebiet der Eisenmetallurgie;
- JONATHAN ZENNECK, der Erforscher von physikalischen Grunddiagen der Funktechnik.

Keiner dieser hervorragenden Männer weilt mehr unter den Lebenden. Der Stiftungsrat hat deshalb am 13. Dezember 1960 beschlossen, nach vierjähriger Pause gleichzeitig drei Wissenschaftlern den Siemens-Ring zu verleihen, und zwar den Herren

- Prof. Dr. Dr. h. c. OTTO BAYER, Leverkusen;
- Prof. Dr. phil. Dr. phil. nat. h. c. Dr.-Ing. E. h. WALTHER REPPE, Heidelberg;
- Prof. Dr. Dr.-Ing. E. h. KARL ZIEGLER, Mülheim (Ruhr).

Sie erhalten diese höchste Auszeichnung der deutschen technisch-wissenschaftlichen Vereine in Würdigung ihrer bahnbrechenden Arbeiten zur Erweiterung der wissenschaftlichen Grundlagen und zur technischen Entwicklung neuer synthetischer, hochmolekularer Werkstoffe.

Otto Bayer, Leiter der Forschung beim Bayerwerk in Leverkusen, hat sich besondere Verdienste um die Entwicklung der Polymerisate auf der Basis von Isozyanaten erworben.

Walther Reppe, der im Ruhestand in Heidelberg lebt, war lange Jahre Leiter der Forschung der BASF, Ludwigshafen. Er hat bedeutende Forschungen besonders auf dem Gebiet der Chemie des Acetylens und des Kohlenoxyds und deren Auswirkungen auf die Verfahrenstechnik betrieben.

Karl Ziegler ist seit 17 Jahren Direktor des Max-Planck-Instituts für Kohleforschung in Mülheim (Ruhr). Auch er hat sich um die wissenschaftliche Klärung der Polymerisation verdient gemacht und ist insbesondere durch die Schaffung des Niederdruck-Polyäthylens hervorgetreten.

Die feierliche Übergabe der Ringe wird am 13. Dezember 1961 vorgenommen werden.

VDI-Pressestelle

Nachrichten aus Industrie, Gewerbe und Wirtschaft

DK 621.9-503.55 : 658.564 : 681.14-523.8

Numerische Werkzeugmaschinensteuerung

Die erste deutsche numerische Werkzeugmaschinensteuerung mit digitalem Interpolator und Lochbandprogramm-

steuerung (Abb. 1) wurde auf der Werkzeugmaschinenausstellung in Hannover gezeigt. Die Anlage ist voll transistoriert und arbeitet mit Fünferlochband.

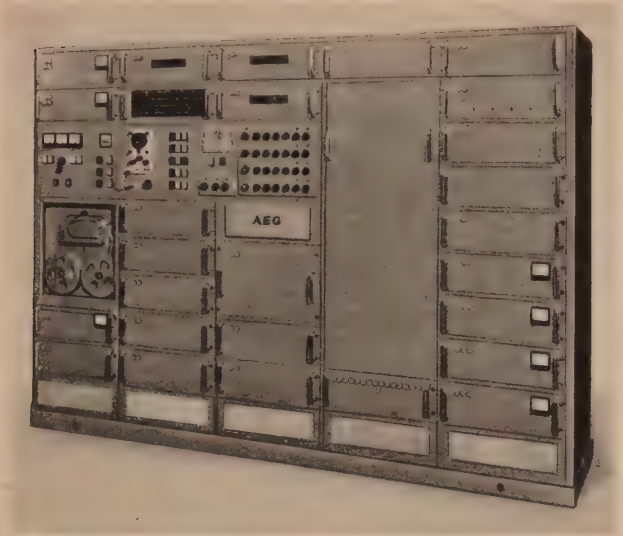


Abb. 1. Steuerschrank für die numerische Werkzeugmaschinensteuerung

Über das Programmlochband werden die Bahn des Werkzeuges in zwei Koordinaten, der Hauptspindelantrieb

die Befehle über die Art der Bahn (Kreis oder Gerade) und die Schaltinformationen für die Hilfsfunktionen. Alle Zwischenwerte der Bahn werden in einem digitalen Interpolator mit einer Feinheit von $\frac{1}{100}$ mm errechnet.

Die zur Herstellung eines Programmes erforderlichen Arbeiten seien an Hand der Abb. 2. erklärt: Zur Programmierung werden aus der Zeichnung die Maßzahlen in der Reihenfolge des Bearbeitungsanges in ein Formblatt (Datenblatt) eingetragen. Diese konstruktiven Daten müssen beispielsweise durch die Arbeitsvorbereitung technologische Angaben über Schnittgeschwindigkeit, Vorschubgeschwindigkeit und die Art des zu verwendenden Werkzeuges ergänzt werden (Arbeitsvorgänge). Das in der Zeichnung als Datenblatt II angeführte Formblatt wird mit einer Lochband-Schreibmaschine abgeschrieben und somit ein Datenloch erstellt, das in einer Programmiervorrichtung umcodiert und durch maschinenbedingte Angaben automatisch ergänzt wird. Das aus der Programmiervorrichtung ausgegebene neue Lochband heißt Programmlochband und wird unmittelbar der elektronischen Steuerung zugeführt.

Das Programmlochband legt man in die Lesevorrichtung der Programmsteuerung ein (Abb. 3). Es übermittelt so die Daten und Kommandos, die zum vollautomatischen Arbeitsablauf erforderlich sind, an die Steuereinrichtung der Maschine. Vom Programmlochband gelangen die Informationen zunächst in einen Zwischenspeicher, von dem aus der Interpolator und das Steuerwerk beeinflusst werden. Mit Hilfe der dem Steuerwerk mitgeteilten Kommandos errechnet der Interpolator aus den Daten, die er aus dem Zwischenspeicher erhalten hat, zusammengehörige Koordinatenwerte auf

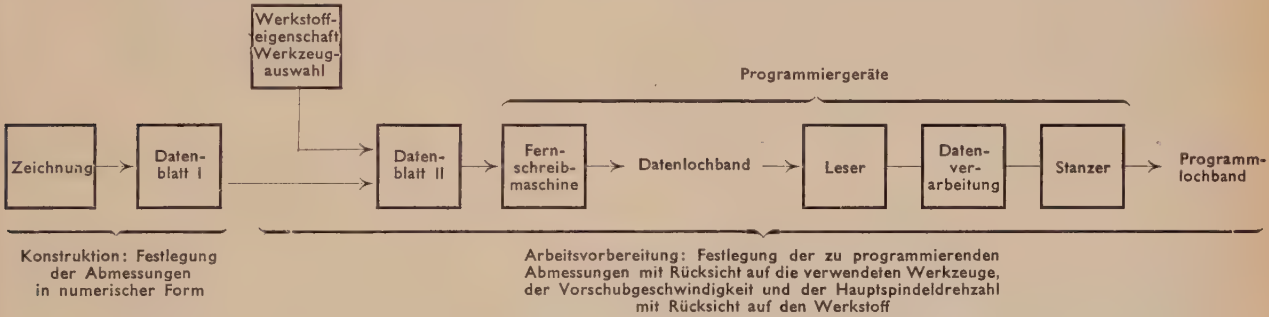


Abb. 2. Schema der Programmierung

und verschiedene Hilfsfunktionen gesteuert. Dabei enthält das Programmlochband nur Angaben über charakteristische Bahndaten wie Eckpunkte und Kreismittelpunkte, außerdem

der gewünschten Bahn (Kreis oder Gerade); sie entspricht der in der Werkstückzeichnung niedergelegten Kontur. Am Ausgang des Interpolators stehen somit reine Zahlenan-

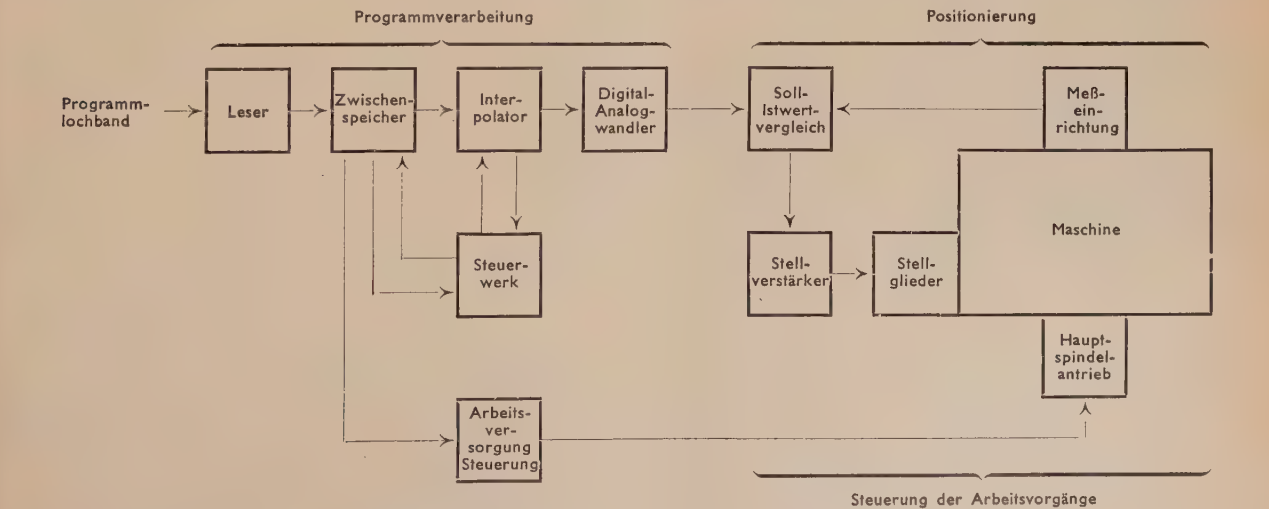


Abb. 3. Schema der Steuereinrichtung an der Maschine

gaben für die Positionswerte des Werkzeuges bzw. Werkstückes in zwei Koordinaten zur Verfügung. Diese numerischen Lagesollwerte werden über Digital-Analog-Wandler geführt und ergeben mit den analogen Signalen der Meßeinrichtung über den Soll-Istwertvergleich die Regelabweichung. Nach Maßgabe dieser werden im Lageregelkreis elektromagnetische Steuerkupplungen betätigt, die den Support der Maschine so verstellen, daß die Regelabweichung zu Null wird.

Als Meßeinrichtung wird eine Grob-Mittel-Feinanordnung mit drei Synchronmotoren verwendet. In Verbindung mit den dazugehörigen Digital-Analog-Wandlern kann über Spindel und Mutter eine Länge von maximal 30 m in diskreten Positionswerten von 0,01 zu 0,01 mm bestrichen werden. Zur Korrektur der in der Spindelmutter unvermeidlichen Lose wird eine zweite induktiv abgetastete Meßspindel verwendet. Es läßt sich auf diese Weise eine Meßgenauigkeit von $\pm 0,01$ mm erzielen.

AEG Austria Ges. m. b. H.
Wien I, Schellinggasse 4

DK 621.883

Neuer Stoß-Schraubenschlüssel

Der erste von Hand betätigte Stoß-Schraubenschlüssel, „Swench“ genannt, wird derzeit von der Curtiss-Wright Corporation auf den Weltmarkt gebracht.

Abb. 1 zeigt, wie der Swench von einem einzigen Arbeiter dazu verwendet wird, um festgefressene Bolzen an einer Verpackungspresse für Eisen- und Stahlabfälle von 2 000 t Leistung zu lösen. Bisher dauerte die Entfernung von 68 Bolzen eine Woche, wobei ein Kran von 40 t Hebekraft, eine Verlängerungsstange und ein starrer Schraubenschlüssel verwendet wurden. Der Swench ermöglichte die Durchführung der Arbeit in weniger als acht Stunden, ohne einen Bolzen zu brechen.

Der „Swench“ vereint in sich das Prinzip des Hammers, des Hebels und der Feder und bewirkt durch auto-

bring ein Drehmoment von 968 kpm an einem einzelnen Bolzen hervor, wobei der stärkste nötige Zug am Handgriff nur 50 kp beträgt.

Curtiss-Wright Export Division,
1271 Avenue of the Americas,
New York 20, N. Y.

DK 621.316.57

Neue Fehlerstromschutzschalter mit geätzter Schaltung

Nachdem sich die Fehlerstromschutzschalter mit Impulsauslösung der Firma Felten & Guillaume in den vergangenen zwei Jahren ausgezeichnet bewährt haben und damit

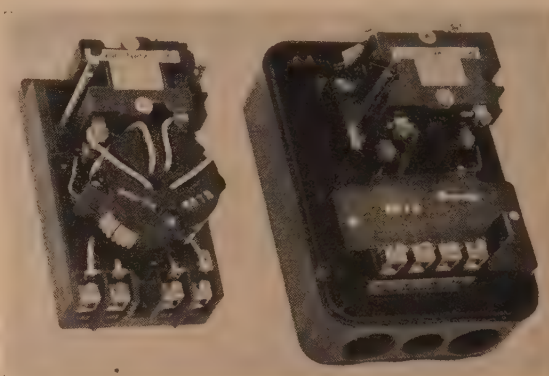


Abb. 1. F & G-Fehlerstromschutzschalter, 16 A Nennstromstärke in neuer und alter Bauform

auch das Prinzip der Energiespeicherung seine Leistungsfähigkeit für die Anwendung im Bau betriebssicherer Fehlerstromschutzschalter unter Beweis gestellt hat, wurde von der Erzeugerfirma unter Beibehaltung des Prinzips und der wesentlichen Bauelemente eine Neukonstruktion auf den Markt gebracht.

Diese Neukonstruktion, die die Schalter für 16...40 A umfaßt, zeichnet sich vor allem durch die geringe Größe, den großen Anschlußraum und die bequeme Montage aus. Wieviel Raum durch eine sinnvolle und zweckentsprechende Anordnung von Konstruktionselementen gewonnen werden kann, zeigt Abb. 1, in der nebeneinander die alte und die neue Ausführungsform eines Fehlerstromschutzschalters 16 A mit Impulsauslösung gezeigt werden. Bauhöhe und Breiten des neuen Schalters betragen nur mehr etwa zwei Drittel der alten Ausführung, obwohl der Anschlußraum wesentlich vergrößert wurde.

Die Auslösung des Schaltschlusses erfolgt wieder durch Stromimpulse, die durch Aufladung eines Impulskondensators über eine Trockengleichrichterschaltung und Entladung über eine Spezialglimmröhre gebildet werden. Zur Erhöhung der Empfindlichkeit wird eine Spannungs-Verdreifachungsschaltung verwendet. Um höchste Zuverlässigkeit und Gleichmäßigkeit in der Fertigung zu erreichen,

wurde erstmalig für das Zusammenschalten der elektronischen Bauelemente in einem Fehlerstromschutzschalter eine geätzte Schaltung verwendet (Abb. 2). Diese elektronische Auslöereinheit liegt unter dem Summenstromwandler und ist elastisch gehalten, so daß der Schalter weitgehend gegen Erschütterungen und Stöße unempfindlich ist. Der Summenstromwandler ist in zwei Preßstoffschalen gefaßt und führt die Primärwicklungen, gegeneinander distanziert, vom



Abb. 1

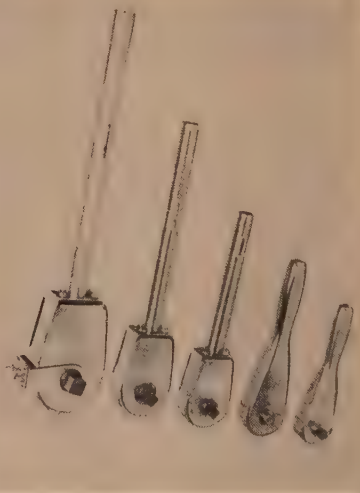


Abb. 2

matische, federbetriebene Drehhammerschläge oder Stöße eine 1 500prozentige Steigerung der auf den Handgriff ausgeübten Torsionskraft.

Abb. 2 zeigt die vollständige Reihe handbetätigter Swench Stoß-Schraubenschlüssel, von 38,1 mm Weite bis zum gedrunghenen Schlüssel von 12,7 mm Weite, mit denen alle praktisch vorkommenden Lösungsarbeiten durchgeführt werden können. Der kräftige Swench von 38,1 mm Weite

Schalteinsatz zu den Klemmen für den verbraucherseitigen Anschluß. Für die Isolation der Primärwicklung wird ein besonders hochwertiger Isolierstoff verwendet und aus diesem Grunde ist auch bei den Fehlerstromschutzschaltern der

Von Vorteil ist die geringe Materialdicke. Es ergibt sich dabei auch eine günstige Preisrelation, da der Preis für Vliesstoffe mit zunehmender Feinheit niedriger wird im Gegensatz zu Geweben.

Die imprägnierten bzw. beschichteten Vliese zeichnen sich durch eine hohe Festigkeit aus bei gleichzeitig ausreichender Dehnung, die der der Diagonalgewebe — die aber preislich höher liegen — nahe kommt. Auch gegenüber normalen Geweben werden echte Vorteile geboten, da die geld- und zeitraubende Konfektionierung zur Erzielung von Diagonallagen entfällt. Die Forderung nach besonders hoher Reißfestigkeit wird durch die Lieferung von längsfadenverstärkten Vliesen erfüllt.

Zur Zeit werden die Vliese mit und ohne Fadenverstärkung in Dicken von etwa 30...500 μ hergestellt. Die dünneren Qualitäten finden vorwiegend Verwendung für Mikafolium, Glimmerbänder, Lackbänder, Silikonkautschukbänder, während die dickeren Materialien großes Interesse für Schichtpreßstoffe finden. Die Schichtpreßstoffe zeichnen sich durch Festigkeit und Flexibilität aus. Weiterhin ergibt sich in Verbindung mit geeigneten Harzen eine erhöhte Kriechstromfestigkeit.

Die zur Herstellung der Vliesstoffe verwendeten Fasern haben sehr gute dielektrische Eigenschaften, eine minimale Wasserabsorption und, wie schon erwähnt, eine ausreichende Wärmestandfestigkeit. Die Verträglichkeit mit den üblichen in der Elektrotechnik verwendeten Lacken und Harzen ist ausgezeichnet. Störende Probleme hinsichtlich der Oberflächenbenetzung der Fasern durch die Lacke treten nicht auf. Es ist auch keine Schlichte nötig wie bei einigen anderen zur Zeit im Gebrauch befindlichen Materialien. Zu erwähnen ist noch die gute chemische Beständigkeit der Fasern und deren gefahrlose Verarbeitung, da keine Hautreizungen zu befürchten sind.

Zusammenfassend sprechen also folgende Punkte für die Verwendung der Polyester-Vliese:

1. der gegenüber vielen herkömmlichen Materialien geringere Preis,
2. die gute Wärmestandfestigkeit,
3. die gute Dehnbarkeit bei ausreichender Festigkeit bzw. die besonders hohe Reißfestigkeit bei fadenverstärktem Material,
4. die geringe Dicke,
5. der geringe Quellwert der Fasern und die gute chemische Beständigkeit,
6. ausgezeichnete Verträglichkeit mit Kunstharzen aller Art.

Die Polyester-Vliese werden bereits von vielen Isolierstoff-Erzeugern im In- und Ausland als Trägermaterial für Elektro-Isolierstoffe verarbeitet und geliefert. Auch für Umwicklungen, die nachträglich mit Harz vakuumimprägniert werden, haben sich die beschriebenen Vliese bestens bewährt.

Carl Freudenberg
Weinheim/Bergstraße
VILEDON-Werk

DK 621.318.56 : 621.316.7.078

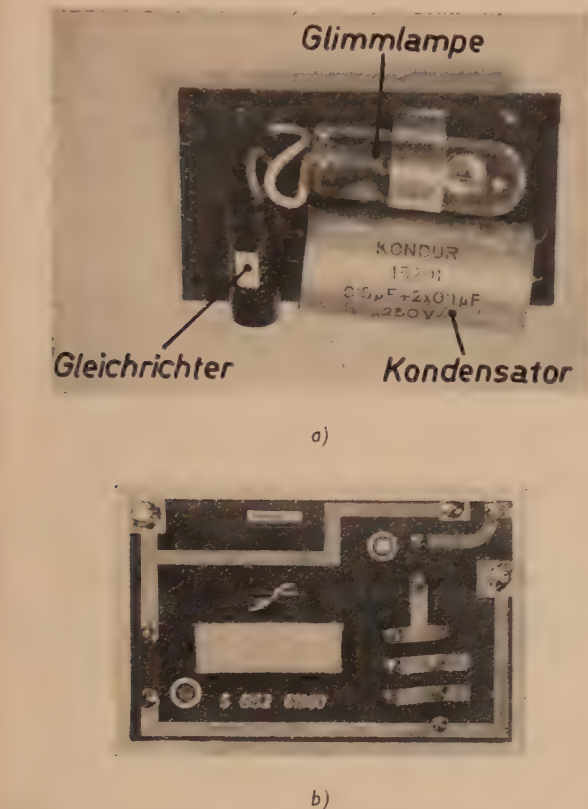


Abb. 2. Auslöseereinheit für die Impulsauslösung der F & G-Fehlerstromschutzschalter

- a) Draufsicht mit den Bauelementen: Spezialglimmrohr, Mehrfachkondensator und Mehrfachgleichrichter
b) Druntersicht mit geätzter Schaltung

Firma Felten & Guilleaume noch nie ein Überschlag oder ein Abbrennen eines Schalters infolge einer Überspannung, etwa durch einen Blitzschlag, erfolgt. Die neue Bauform wird in folgenden Typen geliefert:

Type	BI 16	BI 25	BI 40
Nennstrom A	16	25	40
Nennspannung V	380/220	380/220	380/220
Auslösefehlergrenzstrom mA	80	100	160

Infolge dieser Neuentwicklungen ist zu erwarten, daß in Zukunft der Fehlerstromschutzschalter immer mehr in die Praxis des Berührungsspannungsschutzes Eingang finden wird.

Felten & Guilleaume
Fabrik elektrischer Apparate
Schrems - Eugenia, N.Ö.

DK 621.315.616.96

Vliesstoffe aus synthetischen Fasern für Elektro-Isolierungen.

Vliesstoffe (in den USA als non-wovens bezeichnet), insbesondere aus synthetischen Fasern, finden heute in immer größerem Maße Anwendung auf den verschiedensten technischen Gebieten.

Als Trägermaterial für Elektro-Isolierungen liefert unsere Firma seit einiger Zeit Vliesstoffe aus Terephthalesterfasern, die sich als besonders geeignet erwiesen haben. Sie sind wärmebeständig für Isolationen mindestens der Klasse B.

Meßrelais mit Kontaktkraftverstärkung als Überwachungs-, Steuer- und Regelgeräte für die Starkstrom- und Schwachstromtechnik. Von K. P. WEBER¹⁾.

Zum genauen, selbsttätigen Überwachen wichtiger Kenngrößen dienen Meßrelais. Sie lösen beim Überschreiten kritischer Grenzwerte automatisch Schalt- oder Steuervorgänge aus und werden als Regelrelais zur selbsttätigen Regelung eingesetzt.

¹⁾ K. P. Weber ist Vertriebsingenieur in der Firma P. Gossen & Co., Erlangen.

Beschrieben werden Meßrelais mit elektromagnetischer Kontaktkraftverstärkung, die sich unter den verschiedensten Bedingungen der Praxis bewährt haben.

In dem gesamten, großen Bereich der Technik werden in immer stärkerem Maße Meß- und Überwachungseinrichtungen eingesetzt, die selbsttätig arbeiten. Forderungen nach einer immer höheren Qualität der Produkte in allen Fertigungsstufen, verbunden mit einem spürbar werdenden Mangel an ausgebildeten Arbeitskräften, erzwingen ständig neue Lösungen in der Meß- und Regeltechnik.

Mit Rücksicht auf den Leistungsverbrauch des Meßgerätes war es bisher wegen des sehr geringen Drehmoments des beweglichen Systems nicht möglich, einen betriebssicher schaltenden Zeigerfeinkontakt einzubauen, der lediglich durch das Drehmoment des beweglichen Systems betätigt wird. Bei einer solchen Lösung ist die Kontaktkraft immer abhängig von dem Überschußmoment des Meßwerkzeigers gegenüber dem eingestellten Kontaktzeiger. Insbesondere bei langsamer zeitlicher Änderung der Meßgröße zeigt eine solche Konstruktion eine schleichende Kontaktgabe mit all den bekannten Nachteilen für die Kontaktlebensdauer. Es sind darum die verschiedensten Lösungen ausprobiert worden, um die Kraft, mit welcher ein solcher

geber, ein Magnetventil oder einen Stellmotor. Das Rückschalten des Hilfsrelais nach erfolgtem Ansprechen kann entweder von Hand oder selbsttätig erfolgen; dies wird durch die Folgeschaltung bestimmt. Die verschiedenen Möglichkeiten werden später erläutert.

Durch diesen Aufbau wird erreicht:

Die magnetischen Blenden garantieren einen scharfen Kippunkt, so daß eine schleichende Kontaktgabe nicht auftreten kann. Die Kontaktkraft ist konstant durch die Erregung der Verstärkermagnete gegeben und nicht vom Verlauf der Meßgröße abhängig. Innerhalb des magnetisch abgeschirmten Raumes wird der Anker nur von den Schwankungen der Meßgröße beeinflusst.

Die auf dem Steuerkontakt auftreffenden Kanten des Ankers sind mit Stücken aus Hartkeramik bewehrt, während der Steuerkontakt an der Aufprallfläche einen polierten Achatstein trägt. Die Steuerkontakte schalten bei dieser Anordnung 25×10^6 Schaltungen unter der Nennlast. Für die Starkstrom-Hilfsrelais werden bewährte Konstruktionen aus der Fernmeldetechnik verwendet, die mit entsprechenden Starkstrom-Kontaktfedern ausgerüstet werden.

Die Meßrelais besitzen so keine betriebsmäßig alternden Bauelemente. Der Anker und die Steuerkontakte sind so ausgebildet, daß kein Kippmoment an den Meßwerkspitzen des Systems auftritt. Durch das Fehlen eines empfindlichen Zeigers und durch die gute Wärmeableitung des Gerätes ist das Meßsystem stark überlastbar. Dies ist insbesondere bei Brückenschaltungen sehr vorteilhaft.

Als Meßsystem wird in den meisten Fällen ein Drehspulmeßwerk verwendet. Der minimale Leistungsverbrauch im Eingangskreis ist $0,032 \mu W$, der kleinste Ansprechstrom $4 \mu A$ bei einem Innenwiderstand von etwa 2000Ω oder $0,75 mV$ bei einem Innenwiderstand von rund $10,5 \Omega$. Der Fehler (Meß- und Schaltfehler) beträgt bei ausreichender Meßenergie (z. B. Meßbereichen der Starkstromtechnik) normal $\pm 2\%$ vom Bereichsendwert, in Sonderausführungen $\pm 1\%$ vom Bereichsendwert. Der Einstell- oder Sollwert kann im Verhältnis 1:10 gewählt werden.

Die Ansprechzeiten des Meßrelais werden wesentlich durch die geforderte Genauigkeit und die zur Verfügung stehende Meßenergie bestimmt. Ansprechzeiten von 500 ms bei $\pm 2\%$ Fehler sind für Starkstrom-Meßbereiche ohne Schwierigkeiten zu erreichen. Verlangt die Aufgabe eine etwas längere Ansprechzeit, so muß der Meßfühler mit starker Dämpfung ausgerüstet werden. Bei längeren Zeiten reicht dies nicht aus und es werden besondere Zeitrelais mit einer einstellbaren Verzögerungszeit eingesetzt.

Die Meßrelais werden aus Bauelementen zusammengesetzt und für den jeweiligen Fall angepaßt. Zwei große Hauptarten kann man unterscheiden: Meßrelais für einen Ansprechwert als Maximal-(Höchstwert-) oder Minimal-(Kleinstwert-)Relais — es handelt sich dann um Ein-Aus-(Zweipunkt-)Relais; Meßrelais für zwei Ansprechwerte als Maximal- und Minimal-Relais, wobei das Relais als Ein-Aus-Ein-(Dreipunkt-)Relais arbeitet. In dieser letzten Schaltung wertet das Meßrelais die Plus- und Minusabweichungen von einem mittleren Wert aus — diese Bauform wird bevorzugt für Regelaufgaben eingesetzt.

Die Starkstrom-Ausgangskontakte der Hilfsrelais haben bei 220 V, 50 Hz eine Schaltleistung von 500 W bei ohmscher Belastung. Eine Ausnahme bilden die Impulskontaktrelais. Bei diesen Geräten mit intermittierender Kontaktgabe ist mit Rücksicht auf eine möglichst lange Lebensdauer die maximale Kontaktleistung auf 250 W beschränkt.

Die drei verschiedenen Bauformen der Meßrelais, nämlich mit Haltekontaktgabe, Dauerkontaktgabe und Impulskontaktgabe, werden nun in der Praxis in mannigfachen Variationen eingesetzt. Der Schwachstromtechniker schätzt an diesen Geräten die hohe Empfindlichkeit und den geringen Eigenverbrauch. Es ist so möglich, mit geringem Aufwand kleine Ströme und Spannungen zu überwachen und bei Erreichen kritischer Werte einen sicheren, hoch-

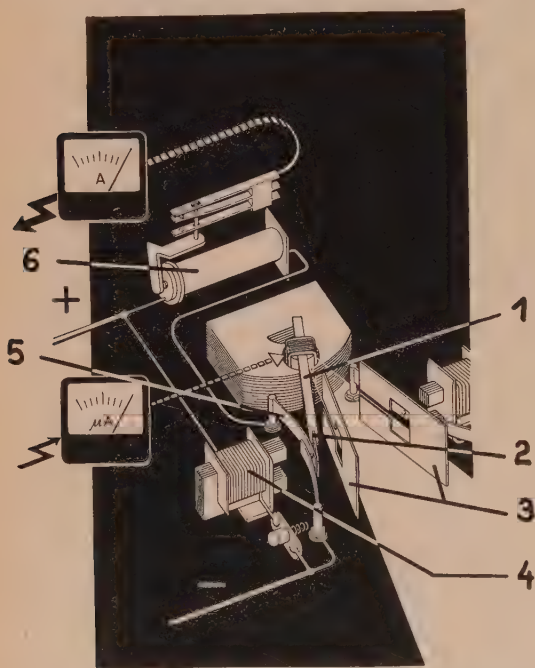


Abb. 1. Meßrelais mit elektromagnetischer Kontaktkraftverstärkung (Prinzipdarstellung)

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1 Hebelarm | 4 Verstärkermagnet |
| 2 Weicheisenanker | 5 Steuerkontakt |
| 3 Magnetische Blenden | 6 Hilfsrelais |

Zeigerfeinkontakt geschlossen wird, zu verstärken. Das nun entwickelte Meßrelais mit elektromagnetischer Kontaktkraftverstärkung²⁾ arbeitet folgendermaßen (Abb. 1 [2]):

Der Meßfühler — z. B. ein Drehspulensystem — trägt anstelle eines Zeigers an einem Hebelarm 1 einen Weicheisenanker 2, der in einem durch zwei Blenden 3 magnetisch abgeschirmten Raum den Schwankungen der Meßgröße folgt. Erreicht diese einen kritischen Wert, so tritt der Anker in ein Fenster in einer der magnetischen Blenden ein. Hier wird er vom Feld eines davor angeordneten, elektromagnetisch erregten Verstärkermagneten 4 erfaßt und kräftig angezogen. Hierbei wird ein Steuerkontakt 5 mit einer Mindestkontaktkraft von 2 g geschlossen und so ein Hilfsrelais mit Starkstromkontakten 6 erregt. Die Ausgangskontakte dieses Hilfsrelais steuern nun z. B. einen Signal-

²⁾ Firmenbezeichnung „PANTAM-Meßrelais“.

belastungsfähigen Kontakt zu schließen. Relais mit Dauerkontaktgabe und Impulskontaktgabe werden häufig für Brückenschaltungen eingesetzt. Vielfach wird ein Stellmotor betätigt, so daß eine selbstabgleichende Brücke aufgebaut werden kann. Die außerordentlich hohe Überlastungsfähigkeit der Meßrelais macht sie gerade für solche Aufgaben sehr geeignet.

Für die Anlagen- und Starkstromtechnik ergibt sich ein außerordentlich weites Anwendungsgebiet [3].

Neben Relais für ein einfaches Überwachen in Netzfrequenzanlagen — z. B. auf Unter- oder Überspannung und Überstrom — muß der Niederspannungs-Schnellregler (Abb. 2) besonders erwähnt werden. Dieses Gerät arbeitet

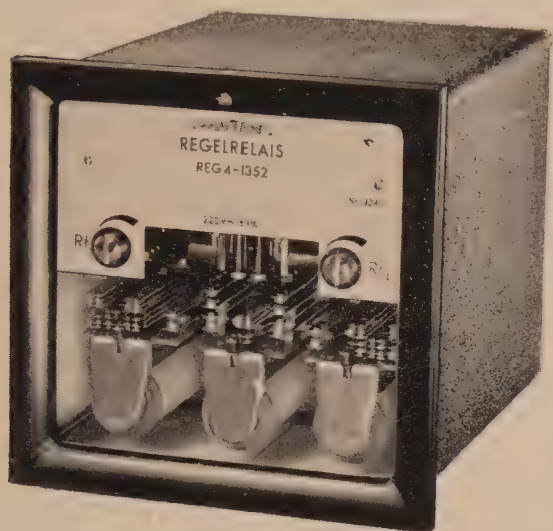


Abb. 2. Niederspannungs-Schnellregler für 220 V~. Das Gerät arbeitet zusammen mit motorisch verstellbaren Regeltransformatoren. Regelgenauigkeit $\pm 1\%$, Regelgeschwindigkeit maximal 15 %/s., Durchgangsleistung etwa 1 bis rund 300 kW. (Werkbild GOSSEN)

in Verbindung mit motorisch verstellbaren Regeltransformatoren oder Regelwiderständen. Es gestattet für besondere Anlagenteile — z. B. Stromversorgungsanlagen, Eichfelder, Laboratorien usw. — die Verbraucherspannung auf $\pm 1\%$ bei Durchgangsleistungen zwischen 1 und 300 kW konstant zu halten.

Mit Germanium-Dioden als Meßgleichrichter ausgerüstet, werden diese Relais auch im großen Umfang für die Strom- und Spannungsüberwachung in Mittelfrequenzanlagen eingesetzt. Ein getrenntes Überwachen von Strom und Spannung ist bei diesen Anlagen erforderlich, da die üblichen Mittelfrequenz-Generatoren nicht gleichzeitig ihr Strom- und Spannungsmaximum erreichen. Mit Hilfe besonderer Meßschaltungen kann auch der Wirkstromanteil $I \cdot \cos \varphi$ und $I \cdot \sin \varphi$ für Netzfrequenz und für Mittelfrequenz überwacht und geregelt werden. Insbesondere die Blindleistungs-Regelung in Induktionsofen-Schmelzanlagen für Netz- und Mittelfrequenz wird mit diesen Relais durchgeführt [4].

Zur Frequenzüberwachung werden die Meßrelais in kleineren Netzen eingesetzt — z. B. starten sie beim Absinken der Frequenz auf einen kritischen Wert ein automatisch anlaufendes, drehzahlgeregeltes Notstromaggregat. Mit einer besonderen Meßschaltung wird die Erdspannungs-Asymmetrie in ungeerdeten Dreileiter-Hochspannungsnetzen oder die Spannungs-Asymmetrie in Vierleiter-Drehstromnetzen überwacht.

Antriebe von Arbeitsmaschinen werden durch Stromregelrelais überwacht, welche die Zugabe des zu verarbeitenden Materials so regeln, daß der Antriebsmotor optimal ausgelastet wird. Das Überwachen von Transportbändern oder ähnlichen Einrichtungen wird mit Drehzahlrelais vorgenom-

men. Hierbei wird an geeigneter Stelle — z. B. dem Vorschubmotor oder dem Getriebe — ein hochpoliger Wechselstrom-Drehzahlgeber angebaut.

Zur Temperaturüberwachung werden die Relais mit einer Brückenschaltung ausgerüstet, die dann mit einem entsprechenden Meßgeber, einem Widerstandsstreifen oder einem Widerstands-Thermometer zusammen eingesetzt wird. Anwendungsgebiet ist hier das Überwachen der Wicklungstemperatur von Motoren oder Generatoren; ferner die Temperaturüberwachung von Kühllöl und Kühlwasser und ähnlichen Medien.

Zum Überwachen der Spitzenbelastung von Anlagen, Transformatoren usw. werden Meßrelais mit elektrodynamischem Leistungsmeßwerk eingesetzt. Bei stark schwankender Spannung ist ferner eine Strommessung nicht ausreichend, wenn wertvolle Einzelantriebe vor einer Überbeanspruchung geschützt werden sollen. Auch in diesem Fall werden zweckmäßig Leistungsrelais eingesetzt.

Ein wichtiges Anwendungsgebiet von konstruktiv besonders durchgebildeten Regelrelais dieser Art ist die Spannungsregelung in Hochspannungsnetzen. Hier werden durch diese Relais Regeltransformatoren mit Stufenschalter automatisch verstellt und die Hochspannung wird so in Schritten nachgeregelt.

Diese zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten, von denen hier nur eine Reihe besonders interessanter erwähnt werden konnte, verbunden mit der durch den einfachen Aufbau bedingten Betriebssicherheit dieser Geräte, haben diesen Meßrelais mit elektromagnetischer Kontaktkraftverstärkung das Vertrauen vieler Ingenieure erworben. In vielen Anlagen, Maschinen und Schaltstationen in Europa und Übersee sind solche Meßrelais eingebaut.

Zusammenfassung

Um bei kleinen Meßenergien und großer Meßgenauigkeit hochbelastungsfähige Kontakte sicher zu schließen, ist in irgendeiner Form eine Verstärkereinrichtung notwendig. Bei Meßrelais mit elektromagnetischer Kontaktkraftverstärkung wird dieses Verstärken durch magnetische Blenden, elektromagnetische Verstärkermagnete und besondere Steuerkontakte erreicht. Als Meßwerke werden die bekannten und bewährten Drehspulsysteme oder elektrodynamischen Systeme eingesetzt. Die Steuerkontakte des Meßfühlers erregen eine Folgeschaltung, welche die Arbeitsweise des Ausgangskontaktes festlegt.

Drei Schaltungsarten sind vorhanden: Haltekontaktgabe, Dauerkontaktgabe und Impulskontaktgabe.

Meßfühler und Folgeschaltung können im Bausteinsystem zu verschiedenen Geräten zusammengesetzt werden. Hierdurch ist eine vielseitige Anwendung solcher Meßrelais möglich. Eine Reihe von typischen Anwendungsbeispielen, die sich seit Jahren in der Praxis herausgebildet haben, sind erläutert worden.

Schrifttum

- [1] R. Süß: Der Relais-Verstärker, ein vielseitiges Gerät für Schalt-, Steuer- und Regelaufgaben. Feinwerktechnik, Band 58 (1954), H. 4, S. 395 ... 398.
- [2] P. Gossen & Co., Firmendruck: „PANTAM-Automation“, (1957), H. 1, 2, 3.
- [3] K. P. WEBER: Meßrelais mit Kontaktkraftverstärkung als Bausteine von Starkstromanlagen. Elektronik, 8. Jg. (1959), H. 10, S. 311 ... 314.
- [4] K. P. WEBER: Automatische Blindstromregelung von induktiven Erwärmungsanlagen. Elektro-Welt, Ausg. B, 4. Jg. (1959), H. 4, S. 77 ... 80.

Vertretung für Österreich:
Gustav Gottwald
Wien I, Stubenring 14

DK 621.385.833; 537.533.35

Siemens & Halske liefern das 300. Elektronen-Mikroskop

In diesen Tagen konnte das Wernerwerk für Meßtechnik der Siemens & Halske AG das dreihundertste Elektronen-Mikroskop Typ ELMISKOP I ausliefern. Die langjährigen Entwicklungsarbeiten seit den ersten Anfängen der Elektronen-Mikroskopie hatten schon vor 20 Jahren zur Aufnahme der Serienanfertigung geführt. Der heutige Typ wird, ständig verbessert, seit 1954 geliefert; die Fortschritte erstrecken sich besonders auf die Bedienung und die Betriebssicherheit sowie auf Zusatzgeräte für die hier notwendige besondere Präparationstechnik. Bei der neuesten Ausführung gestattet es z. B. ein Anzeigeinstrument, die eingestellte Vergrößerung unmittelbar abzulesen. Weiterhin läßt sich das Hochvakuum in einem weiten Meßbereich ablesen, während das Vorvakuum von einer weiteren Meßeinrichtung überwacht und mit Hilfe von Kontrollampen angezeigt wird. Luftleinbrüche infolge einer Fehlbedienung werden durch eine besondere Überwachungsschaltung verhindert. Ferner läßt sich bei den neuen Geräten der Objektbereich sehr schnell durchmustern, um den interessierenden Teil des Objekts in das Bild zu bekommen. Die elektronenoptische Vergrößerung läßt sich von 1 000 bis 200 000 kontinuierlich variieren. Neue Präparathalter lassen die Verwendung von Lochblenden und Netzen nach internationalen Normen zu. Solche Netze bieten den wesentlichen Vorteil, daß sie eine bedeutend größere Präparatoberfläche bieten. Für jedes ELMISKOP I wird vom Werk ein Auflösungsvermögen von besser als 15 Angström garantiert (ein Angström ist der zehnmillionste Teil eines Millimeters). Es werden jedoch nur solche Geräte ausgeliefert, die bei der Endprüfung im Werk ein Auflösungsvermögen von mindestens 12 Å oder besser aufweisen. Von einigen Forschern wurde sogar mit serienmäßigen Ausführungen schon ein Auflösungsvermögen von 5...7 Å erreicht. Das bedeutet, daß sich noch Punkte getrennt abbilden lassen, die nur einen Abstand in der Größenordnung von $1 \cdot 10^{-6}$ mm haben. Das entspricht etwa dem Vierfachen eines mittleren Atomdurchmessers. Für wissenschaftliche Forschungen in Medizin und Technik sowie für Entwicklungs- und Überwachungsaufgaben in der Industrie sind ELMISKOPE inzwischen unentbehrlich geworden. Es gibt in der ganzen Welt kaum ein Institut von Rang, das sich ihrer nicht bedient.

Siemens & Halske AG.
Berlin-München

DK 656.256.3 (43-15)

Selbstblock beseitigt Engpaß auf der Strecke Giessen—Friedberg.

Selbstblock heißt — populär gesagt — „Grüne Welle“ auf der Schiene“. Die Signale werden automatisch durch die Züge selbst gestellt. Jeder Streckenabschnitt ist dadurch bei einer Zugfahrt wirklich nur für die Dauer der reinen Fahrzeit blockiert. Verzögerungen durch Abwarten von Zugmeldungen, durch Handbedienung von Blockanlagen und Signalen gibt es nicht. In dem Moment, in dem der letzte Wagen eines Zuges einen Blockabschnitt verlassen hat, kann bereits der nächste Zug in den Abschnitt einfahren. Auf diese Weise läßt sich die Zugdichte, also die Streckenkapazität, erheblich steigern.

Durch die 36 km lange, zweigleisige Hauptstrecke zwischen Giessen und Friedberg (Hessen) konnten bisher innerhalb von 24 h etwa 200 Züge durchgeschleust werden. Die Anforderungen stiegen jedoch laufend, nachdem in Friedberg je eine stark belastete, zweigleisige Strecke von Südwestdeutschland über Frankfurt und von Süddeutschland über Hanau, in Giessen ebenfalls je eine bedeutende doppelgleisige Strecke vom Ruhrgebiet über Siegen und vom norddeutschen Raum über Kassel in den Engpaß Giessen—Friedberg einmünden. Die Verlegung zusätzlicher Gleise wäre außerordentlich kostspielig gewesen. Für eine Steige-

rung der Streckenleistung auf rationelle Weise kam also lediglich der Einsatz moderner Signalanlagen in Frage.

Im Laufe der letzten Jahre hatten bereits die vier zwischen Giessen und Friedberg gelegenen Bahnhöfe Lang-Göns, Grossen-Linden, Butzbach und Bad Nauheim neuzeitliche Gleisbildstellwerke erhalten. Vor kurzem wurde nun die gesamte Strecke mit Selbstblock ausgerüstet. Sowohl die Stellwerks- als auch die Streckenblock-Anlagen wurden von der Siemens & Halske AG geliefert und eingebaut. Heute verkehren innerhalb von 24 h bereits 240 Züge auf dem Abschnitt Giessen—Friedberg; die maximale Streckenleistung liegt bei 300 Zügen täglich.

Die vier Gleisbildstellwerke umfassen die Bahnhofsbereiche der vier Zwischenbahnhöfe, während die freie Strecke in beiden Richtungen in je 16 Selbstblockabschnitte eingeteilt ist. Mit Einführung des selbsttätigen Streckenblocks und durch Einsatz der modernen Stellwerke in den Bahnhöfen wurden zwischen Giessen und Friedberg vier mechanische Blockstellen und zehn mechanische Stellwerke stillgelegt. Dadurch konnten 26 Betriebsbeamte eingespart und mit anderen Aufgaben betraut werden.

Siemens & Halske AG
Berlin-München

DK 621.313.3-181.4; 621.316.7-503.55

Kleinstmotoren für die Steuertechnik

Bei Zeitsteuergeräten, wie Synchronuhren und Schaltuhren, Zeitrelais oder Zeitzählern, werden als Antriebsmittel zweckmäßig Synchronmotoren eingesetzt, weil es hier vor allem auf eine konstante Drehzahl unabhängig von Spannungs- und Belastungsschwankungen ankommt. Dabei werden die Langsamläufer wegen ihrer besonderen Lauf-ruhe bevorzugt.

Bei Programmsteuergeräten, z. B. für Werkzeugmaschinen oder Haushaltsgeräte, geht es mehr um ein hohes Anzugsmoment als um eine genau konstante Drehzahl. Hier



Abb. 1. In der Mitte der Langsamläufer SH2a2/A187,5 in geschlossener Ausführung mit Getriebe, rechts daneben die offene Ausführung der Typenreihe SH2. Links ist der Schnellläufer SH3a1/A3000 in offener Ausführung mit angebaute Getriebe 1:3 000 zu sehen

verwendet man deshalb Asynchronmotoren, zumal das Gegendrehmoment der meisten Programmsteuergeräte konstant ist, so daß auch die Drehzahlen der Asynchronmotoren genügend genau gleichbleiben.

Die Synchron-Kleinstmotoren der Siemens-Schuckertwerke sind Hysteresemotoren, die sich gegenüber anderen Ausführungen durch einfachen Aufbau und besonders ruhigen Lauf auszeichnen. Der Läufer hat keine ausgeprägten Pole. Er besteht aus einem Magnetwerkstoff mit hohen Hystereseverlusten, so daß einmal gebildete Pole nur mit verhältnismäßig großem Energieaufwand ummagnetisiert werden können. Das Ständerfeld induziert im Läufer solche Pole, so daß der Läufer dem Drehfeld des Ständers folgt. Im Synchronismus haben Läufer und elektrisches Drehfeld die gleiche Umlaufgeschwindigkeit. Die Synchron-Kleinstmotoren werden 2polig und 16polig ausgeführt. Daraus

ergeben sich bei der Frequenz von 50 Hz entweder Schnellläufer mit 3 000 U/min oder Langsamläufer mit 375 U/min.

Der Aufbau der Asynchronmotoren ist grundsätzlich der gleiche wie der von Synchronmotoren, lediglich die Ausführung der Läufer ändert sich. Die Asynchronmotoren haben Käfigläufer.

Die Kleinstmotoren der Siemens-Schuckertwerke werden normalerweise in Gehäuse eingebaut, um sie vor Wasser, Staub und Insekten zu schützen. An sämtliche Motoren können Getriebe angebaut werden, die mit 15 000 oder 3 000 cmp belastbar sind. Die Lager der Getriebe haben einen Schmiermittelvorrat, so daß auch hier keine Wartung notwendig ist. Mit Hilfe der Getriebe erreicht man an den Antriebswellen Drehzahlen von 1 U/s bis 1 U/28 d.

Siemens-Schuckertwerke AG
Berlin - Erlangen

DK 621.327.4 : 678.744.42

Durch Vinylfolie geschütztes elektrolumineszierendes Licht

Elektrolumineszenz — als die bedeutendste Entwicklung auf dem Gebiet der Beleuchtung seit der Erfindung der Leuchtstoffröhre im Jahre 1938 beschrieben — macht ihr Debüt in amerikanischen Wohnstätten als Nachtlcht. Elektrolumineszenz ist die direkte Umsetzung elektrischer Energie in Licht.

Eine amerikanische Fabrik elektrotechnischer Artikel bringt jetzt die erste praktische Anwendung dieses neuartigen Lichtes auf den Markt. Ein Standardsteckkontakt (120 V) dient zum Einschalten. Der Elektrizitätsverbrauch im Laufe eines Jahres kostet weniger als drei Cents. In ununterbrochenem Betrieb hat es eine Lebensdauer von nahezu fünf Jahren gegenüber 1 000 h für Glühlampen und 7 500 h für Leuchtstoffröhren. Die Leuchte wird zu einem Preis von 98 Cents verkauft und wird für Kinder-, Schlaf- und Badezimmer sowie Korridore gebraucht. Die Lichtquelle hat einen Durchmesser von etwa 9 cm. Sie gibt ein sanftes, grünes Licht ab, das eine kleine Fläche beleuchtet, ohne eine Fläche überschreitendes Streulicht.

In diesem „paneleszierenden“ Nachtlcht ist eine dünne keramische Platte mit einer Schicht elektrolumineszierenden Phosphors überzogen. Die gegenüberliegende Seite der Platte hat einen stromleitenden Überzug. Ein durch die Befestigung fließender Wechselstrom verursacht die Umsetzung der elektrischen Energie in Licht durch den Phosphor.

Ein durchsichtiges Fenster aus einer 1/8 mm dünnen steifen UNION-CARBIDE-Vinylfolie schützt die keramische Platte und ihren Phosphorüberzug vor Bruch und Verschleiß, ohne das Durchlassen des elektrolumineszierenden Glimmlichtes zu behindern. Für diese Anwendung hat die steife Vinylfolie den Vorteil, durchsichtig, widerstandsfähig, billig und leicht verarbeitbar zu sein. Außerdem ist sie nicht brennbar, so daß die Leuchte den Vorschriften des „Underwriters' Laboratory“ entspricht. Eine Metallplatte, auf die der gesamte Aufbau aufgeschweißt ist, schließt die weniger als 1/2 mm starke Leuchte hermetisch ab.

Außer dem Nachtlcht stellt der Fabrikant auch elektrolumineszierende, bis zu 60 × 90 cm große Tafeln her, die für Straßenmarkierung, Instrumentenbretter, Schalttafeln u. dgl. verwendet werden.

Elektrolumineszenz zeichnet sich nicht nur durch die rationelle Ausnutzung des elektrischen Stromes aus, sondern auch dadurch, daß sie zum ersten Mal die Verwirklichung

einer flächenförmigen Lichtquelle ermöglicht gegenüber der punktförmigen der Glühlampe und der linearen der Leuchtstoffröhre.

Union Carbide International Company
Division of Union Carbide Corporation
30 East 42nd Street, New York 17, N. Y., USA

DK 621.315.616.96.048.82 : 678.842

Wacker-Silikonkautschuk-Vergußmasse

Zum Vergießen von elektrischen Wicklungen, elektronischen Bauteilen und sonstigen hochwertigen Geräteteilen kann eine neue, dünnflüssige Silikonkautschuk-Type mit hohem Kriechvermögen und gutem elektrischen Verhalten eingesetzt werden.

Dieses von der Wacker-Chemie GmbH. München unter der Bezeichnung Wacker-Silikonkautschuk-Vergußmasse hergestellte Erzeugnis beginnt nach Beimischung eines Härtungskatalysators schon bei Zimmertemperatur zu vulkanisieren.

WACKER - CHEMIE GmbH.
München 22, Prinzregentenstraße 22

DK 621.38 (084.1) : 374.81

Physikalische Grundlagen der Elektronik in farbigen Bildreihen

Die Bedeutung der Elektronik für die weitere Entwicklung von Industrie, Verkehr und wissenschaftlicher Forschung legt der Industrie die Sorge um den technischen und wissenschaftlichen Nachwuchs auf. Schon jetzt sind die meisten großen Unternehmen der Gefahr ausgesetzt, durch

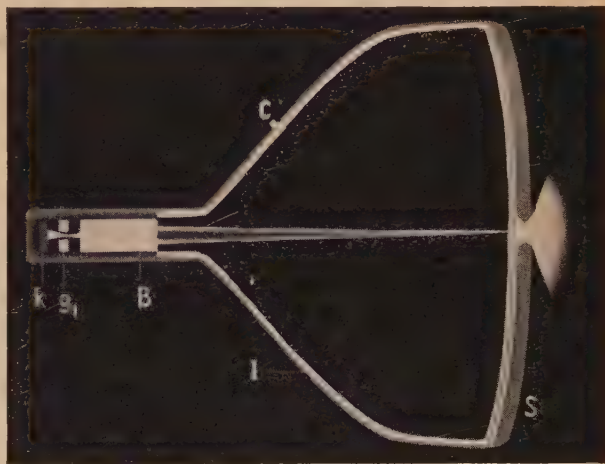


Abb. 1. Bild aus dem Filmstreifen „Die Fernsichtbildröhre“ mit erklärendem Text aus dem zugehörigen Beiheft

In dem evakuierten Glaskolben ist auf der linken Seite die Kathode (k) gezeichnet, die durch einen (nicht gezeichneten) Glühfaden geheizt wird und so auf thermischem Wege Elektronen emittiert. Die Elektronen sind hier durch grüne Färbung dargestellt. In einem Abstand rechts von der Kathode befindet sich ein hohes, zylindrisches Elektrodensystem (B), welches der Kathode gegenüber auf positivem Potential liegt. Auf Grund der Form dieses Systems und infolge der angelegten Spannungen werden die Elektronen beschleunigt, gebündelt und auf dem Schirm (s) fokussiert. Der Schirm besteht aus einer Fluoreszenzschicht, welche auf der Innenseite der Frontplatte der Röhre angebracht ist. An der Stelle, wo die Elektronen den Schirm treffen — sie treten dabei durch die leitende Schicht l hindurch —, leuchtet dieser auf. Zwischen der Kathode und dem Elektrodensystem befindet sich ein Gitter (g). Durch die Spannung zwischen diesem Gitter und der Kathode kann die Intensität des Elektronenstrahles und damit die Helligkeit des Bildes beeinflusst werden. (Die Funktionen der leitenden Schicht (l) und des Kontaktes (c) werden in Abb. 14 erläutert, die Ablenkung in Abb. 15 u. f.)

den Mangel an qualifizierten Arbeitskräften in ihrer Entwicklung gehemmt zu werden. Wem es nicht gelingt, neue Absatzmärkte zu gewinnen, und wer heute nicht jene industrielle Tätigkeit plant, die aus den Verfahren entstehen

wird, die sich heute noch im Laboratoriumsstadium befinden, dem droht die Gefahr, daß er in einigen Jahren die Wettbewerbsfähigkeit verliert und auf die Stufe unterentwickelter Länder herabsinkt.

Da nun im besonderen die Elektronik dank ihrer erstaunlichen Anpassungsfähigkeit und ihrer großartigen Möglichkeiten dazu angetan ist, die Entwicklung jeder industriellen Tätigkeit zu fördern, würde sich der Mangel an geschultem Personal hier ganz besonders fühlbar machen. Um der Industrie die in der Jugend vorhandenen Talente zuzuführen, soll schon in möglichst frühem Stadium das Interesse für das Studium der Naturwissenschaften geweckt und die Aufmerksamkeit auf die Bedeutung der Elektronik gelenkt werden.

Als einen Beitrag zur Unterrichtung auf verschiedenen Sektoren der Elektronik hat die Wiener Radiowerke Vertriebsgesellschaft m. b. H. im Rahmen eines umfassenden Edukationsprogrammes eine Reihe von Filmstreifen in Farben zusammengestellt, die die physikalischen Grundlagen der Elektronik behandeln. Jeder Filmstreifen enthält, seinem Thema entsprechend, in didaktisch einwandfreier, konzentrierter und sehr anschaulicher Form farbige Bilder, die durch einen entsprechenden Begleittext in einem Büchlein ergänzt werden. Die Abb. 1 gibt als Beispiel die Schwarzweißkopie eines solchen Einzelbildes. Da die Bildreihen die Wissensvermittlung erleichtern sollen, sind sie so abgefaßt, daß ihr Inhalt auch für den Uneingeweihten leicht verständlich ist.

Dem Unterrichtenden ist die Möglichkeit gegeben, an Hand der erwähnten Beihefte nach seinem eigenen Ermessen bestimmte Bilder auszuwählen und für seinen Unterricht zusammenzustellen. Die Themen, über die solche Filmstreifen zusammengestellt werden, sind derart mannigfaltig, daß vorläufig die grundlegenden Erscheinungen und die wichtigsten Bauelemente der Elektronik zu folgenden Filmstreifen verarbeitet wurden:

Die Familie der Elektronenröhren,
Die Hochvakuumdiode,
Die Triode,

Die Oszillographenröhre,
Fotoemission,
Die Fernsehbildröhre,
Lumineszenz von Gasen und Festkörpern,
Einführung in die Atomphysik.

Jede Bildreihe eines Filmstreifens ist thematisch in sich abgeschlossen. Für den Physik- bzw. den elektrotechnischen Unterricht in den zuständigen Schulen bzw. in den Lehrwerkstätten und Kursen industrieller Unternehmen besteht der besondere Vorteil dieser Filmstreifen darin, daß jedes Bild als Ersatz für eine komplizierte Zeichnung vom Lehrer bzw. dem Vortragenden beliebig herausgegriffen und, den eigenen Bedürfnissen entsprechend, in den Unterricht eingefügt und, was beim Spielfilm nicht der Fall ist, beliebig lange betrachtet werden kann. Bei Herstellung dieser Projektionsbilder und der Beihefte wurde auf die Erfahrungen bedeutender Wissenschaftler und Techniker, Pädagogen aus dem Unterrichtswesen und auf das Können und die Phantasie hierfür besonders geeigneter Zeichner und Künstler zurückgegriffen.

Für die Projektion sind normale Bildwerfer geeignet, da die Filmstreifen dem Normalfilmformat (24 × 36 mm) entsprechen. Zur Aufbewahrung wird jeder Filmstreifen in einer kleinen Bakelitdose verpackt geliefert.

Die Aktualität dieser Filmstreifen wird dadurch unterstrichen, daß laufend neue Filmstreifen über verschiedene Themen und Theorien aus der modernen Elektronik in Entwicklung sind und fallweise herausgebracht werden.

Zu jedem Filmstreifen können nach Wahl ein oder zwei Beihefte mitgeliefert werden. Einzelabgabe von Filmstreifen oder Beiheften ist nicht möglich. Die große Auflage erlaubt den für die erstklassige und exakte Ausführung außerordentlich niedrigen Stückpreis von öS 84,— für den Filmstreifen und öS 24,— für das Beiheft.

Der Vertrieb für Österreich erfolgt ausschließlich durch die Firma Universitas-Lehrmittel-Gesellschaft m. b. H., Wien III, Beatrixgasse 32.

Wiener Radiowerke
Vertriebsgesellschaft m. b. H.
Wien IV, Prinz Eugen-Straße 32

Nachrichten des Österreichischen Komitees der CEE

Bericht über die Herbsttagung der Internationalen Kommission für Regeln zur Begutachtung elektrotechnischer Erzeugnisse (CEE) in London 1960

Von G. BIEGELMEIER, Wien

DK 061.22(100).053.7
621.312-78

1) Allgemeines

In London, fand in der Zeit vom 12. bis 22. September 1960 die Herbsttagung der CEE statt. An der Tagung nahmen sämtliche Mitgliedsländer der CEE mit insgesamt 118 Delegierten teil.

Im Tagungsprogramm waren Beratungen der Technischen Komitees für Steckvorrichtungen und Geräteschalter, Allgemeine Anforderungen, Leuchten und Kabel und Leitungen vorgesehen. Die Plenarversammlung befaßte sich mit der Frage der Schutzleiterkennzeichnung, der Verabschiedung der Abänderungen für die CEE-Publikationen für gummi- und kunststoffisolierte Kabel und Leitungen und mit den Statuten der CEE. Im großen und ganzen gesehen, war die Arbeit der Technischen Komitees diesmal besonders mühsam und es wurden nur geringe Fortschritte erzielt. Besonders schwierig waren die Beratungen über Kriech- und Luftstrecken und auch die Beratungen über verschiedene Abänderungsvorschläge zu den CEE-Anforderungen an Installationssteckvorrichtungen nahmen lange Zeit in Anspruch und konnten nicht abgeschlossen werden. Ur-

sprünglich war auch eine Sitzung des Ausschusses für gegenseitige Anerkennung der Prüfergebnisse vorgesehen, die aber abgesagt wurde, da der mit der Ausarbeitung neuer Vorschläge beauftragte Arbeitsausschuß noch keine endgültigen Ergebnisse vorlegen konnte.

Die englischen Gastgeber boten ein reichhaltiges gesellschaftliches Programm, das Einladungen der Regierung, der Stadt London und verschiedener Wirtschaftsorganisationen enthielt. Der Sonntagsausflug führte zur weltberühmten Universitätsstadt Oxford. An dieser Stelle soll auch dem Gastland für die große Mühe gedankt werden, die die British Standards Institution als Organisator für die Durchführung der bestens gelungenen Tagung aufgewendet hat.

2) Tagungsbericht

2.1) Technisches Komitee Steckvorrichtungen und Geräteschalter

Das Technische Komitee Steckvorrichtungen und Geräteschalter wird von Belgien geleitet. Als erste Aufgabe wurde die Normung eines Steckers für schutzisolierte Geräte (Ge-

räte der Klasse II) in Angriff genommen. Bekanntlich ist für diese Geräte ein Stecker vorgesehen, der mit dem Schutzmantel und der am Stecker angeschlossenen zweiadrigen Leitungsschnur zusammenvulkanisiert oder verschweißt sein muß. In Deutschland und auch bei uns ist für diesen Zweck schon seit einigen Jahren der sogenannte Konturenstecker in Verwendung. Er paßt in Schutzkontaktsteckdosen und gewöhnliche Steckdosen und darf nicht in den Handel gebracht werden, sondern wird nur an Erzeuger von schutzisolierten Geräten abgegeben. Die Beratungen führten zu einer Steckerform, die wesentlich günstiger ist als der Konturenstecker, weil diese Form eine sehr kleine handliche Ausführung ergibt, die der Schweizer Norm SNV 24 506 bis auf eine 6 mm lange Isolierung der Steckerstifte, die an die Stirnfläche des Steckers anschließt, entspricht. Diese Stiftisolierung wurde mit Rücksicht auf den Schutz gegen zufällige Berührung der spannungführenden Stifte beim Einstecken als notwendig erachtet. Die Schweiz hat sich bereit erklärt, Muster dieses Steckers anzufertigen und an die Nationalkomitees der Mitgliedsländer der CEE zu versenden.

Der Vorschriftenentwurf für Geräteschalter ist in Budapest bis auf einige Punkte fertig durchberaten worden. Die noch offenen Fragen sind in London zur Sprache gekommen. Der österreichische Vorschlag, als Nennspannung für Geräteschalter 600 V zuzulassen, wurde im Prinzip angenommen. Eine entsprechende Erläuterung wird in die Vorschrift aufgenommen werden. Eine Arbeitsgruppe hatte auch die Frage der Erwärmungsprüfung bei Geräteschaltern studiert und einen Vorschlag ausgearbeitet, der vom Sekretariat in den neuen Vorschriftenentwurf aufgenommen werden wird. Die Erwärmungsprüfung wird im neuwertigen Zustand mit dem 1,25fachen Nennstrom durchgeführt und lediglich die Übertemperaturen der Anschlußklemmen werden gemessen. Eine Messung des Spannungsabfalls an den Kontakten wird wegen der praktischen Schwierigkeiten nicht mehr durchgeführt. Nach der Schaltleistungs- und Lebensdauerprüfung wird die Erwärmungsprüfung mit Nennstrom wiederholt. Die zugelassenen Übertemperaturen der Klemmen liegen je nach der zulässigen Arbeitstemperatur des Schalters zwischen 45 °C und 70 °C. Die Arbeitsgruppe hat auch die Fragen, die bei der Schaltleistungsprüfung von Motorschaltern auftreten, bereits behandelt und ein entsprechender Vorschlag wird in Kürze ausgesandt werden. Nach Abschluß der Beratungen über die noch offenen Fragen bei den Geräteschaltern wurde mit der Neubearbeitung der CEE-Anforderungen für Installationssteckvorrichtungen begonnen. Das Ziel ist, die Abweichungen der nationalen Vorschriften von den CEE-Anforderungen zu diskutieren, wobei erreicht werden soll, daß nach Neuauflage der Anforderungen alle Länder die CEE-Empfehlungen möglichst ohne Abweichungen als nationale Vorschriften in Kraft setzen. Es wurden Fragen des Isolationsmaterials der Sockel, die Prüfung des Materials, insbesondere bei Preßmassen durch die Kriechstromprüfung, bei den verschiedenen Schutzarten besprochen. Für die Steckerstifte wird kein zusätzlicher galvanischer Schutz vorgeschrieben. Eine Diskussion über den Mehrfachstecker zeigte, daß allgemein der Mehrfachstecker von allen Ländern abgelehnt wird. Bei Schutzkontaktsteckvorrichtungen wurde verlangt, daß die Schutzkontakte und die Bügel und Brücken dafür aus Kupfer und einer Kupferlegierung bestehen müssen. Galvanisierte Eisen- oder Stahlbügel wurden abgelehnt. Ebenso wird verlangt, daß die Zugentlastungsschelle von den Schutzkontaktteilen im Stecker isoliert sein muß. Interessant war eine Diskussion über Rasiersteckdosen. Es wurde beschlossen, daß bei Rasiersteckdosen, die über Transformatoren betrieben werden, auf den Schutz gegen zufällige Berührung der Steckerstifte beim Einstecken verzichtet werden kann. Demzufolge ist es nun auch möglich, Öffnungen in die Rasiersteckdose für den amerikanischen 15-A-Stecker mit Flachstiften anzubringen. Von größter Bedeutung war eine Diskussion des deutschen Antrages,

die Nennstromstärke für den Schutzkontaktstecker von 10 auf 15 A zu erhöhen. Dieser Antrag stieß auf ernste Bedenken bei einer ganzen Reihe von Ländern. Es handelt sich dabei um eine schwerwiegende Maßnahme, bei der Rücksicht auf die Verhältnisse in den Installationen genommen werden muß. Holland konnte z. B. leicht den deutschen Antrag unterstützen, weil in diesem Land grundsätzlich alle Steckdosen-Stromkreise mit einem Querschnitt von 2,5 mm² Cu verlegt und mit 15 A abgesichert sind. Andere Länder äußerten Bedenken einerseits wegen der Überlastung der Leitungen mit Querschnitten von 1,5 mm² Cu, andererseits auch, weil die Eignung der Schutzkontaktsteckvorrichtung bei 15 A Belastung in Zweifel gestellt wurde. Es konnte keine Einigung erzielt werden und so wurde beschlossen, diese wichtige Frage bei der nächsten Sitzung des Komitees als eigenen Tagesordnungspunkt zu behandeln.

2.2) Technisches Komitee Allgemeine Anforderungen

Das Technische Komitee Allgemeine Anforderungen wird von Frankreich geführt. Zur Beratung standen die Fragen der Kriech- und Luftstrecken, für die das Sekretariat einen sehr allgemeinen Vorschlag ausgearbeitet hatte. Zunächst wurde darüber diskutiert, ob die Kriech- und Luftstrecken in Abhängigkeit von der Prüfspannung oder von der Nennspannung angegeben werden sollen. Man einigte sich dahingehend, als Grundlage für die Bemessung die Nennbetriebsspannung anzusehen. Je nach der Verschmutzungsgefahr wurden drei Gruppen A, B und C unterschieden, die sich weiter in eine leichte, normale und verstärkte Ausführung unterteilen. Die Diskussionen waren sehr schwierig und führten zu großen Verwirrungen, so daß schließlich beschlossen wurde, nur die Gruppe B zu beraten, in die praktisch alle CEE-Geräte fallen. Dabei wurde die Lage noch dadurch kompliziert, daß 250 V als Nennwert zwischen 50 und 380 V eingeführt wurde. Die drei Untergruppen wurden für jeden Wert der Kriech- und Luftstrecke durchberaten und dabei folgender Vorschlag ausgearbeitet:

Nennbetriebsspannung	Gruppe B					
	a		b		c	
	K	L	K	L	K	L
< 50 V	0,5	0,5	2	1,5	3	2,5
> 50 V < 250 V	2	2	3 4 ¹⁾	2 3 ¹⁾	4,5 6 ¹⁾	3 4,5 ¹⁾
> 250 V < 380 V	2	2	4	3	6	4,5
> 380 V < 500 V	3	3	5	4	7,5	6
> 500 V < 750 V	4	4	6	5	9	7,5

¹⁾ gegen Erde

Die Untergruppe c ist z. B. für Schaltgeräte vorgesehen, b für Installationssteckvorrichtungen, a für Heizkörper und ähnliches Zubehör, das in Geräten eingebaut und dadurch nur geringer Verschmutzungsgefahr ausgesetzt ist. Für die Schutzisolation wurde vorgeschlagen, die Werte der Spalte b zu nehmen.

Die Beratungen werden bei der nächsten Sitzung des Komitees fortgesetzt werden.

2.3) Technisches Komitee Glühlampenleuchten

Das Technische Komitee Glühlampenleuchten wird von Schweden geführt. Die Beratungen über Vorschriften für Glühlampenleuchten ziehen sich schon mehrere Jahre hin. Vom Sekretariat wurde ein 5. Entwurf vorgelegt und man

hoffte, in London den Entwurf durchzuberaten, um ihn der Plenarversammlung vorlegen zu können. Es zeigte sich aber, daß noch eine Reihe von unerwarteten Schwierigkeiten auftrat, vor allem wurde wieder über die Erwärmungsprüfung gesprochen und die sehr sorgfältig durchgeführten Prüfungen in den verschiedenen Laboratorien besprochen. Die behandelten Fragen waren jedoch so schwierig, daß die Beratungen im Technischen Komitee nicht geführt wurden und ein Arbeitsausschuß, in dem Deutschland, Schweden, Frankreich, die CSR, Holland und England mitarbeiten, wird in der nächsten Zeit einen Vorschlag für den § 14, Erwärmungsprüfung, und § 16, Allgemeine Widerstandsfähigkeit gegen Hitze, ausarbeiten. Von den weiteren Beratungen sei nur erwähnt, daß der Geltungsbereich auf Leuchten mit 300-W-Lampen erweitert wurde. Strahlwassergeschützte Leuchten wurden nicht behandelt. Das Zeichen für staubgeschützte Leuchten wurde dem in Deutschland genormten Zeichen angeglichen und die Staubprüfung wird voraussichtlich mit dem gleichen Prüfgerät durchgeführt werden, das in DIN 40 060 bzw. ÖNorm E 1352 angegeben ist. Die alten Schwierigkeiten entstanden wieder bei den Diskussionen über die Schutzklassen 0, 1, 2 und 3 und hinsichtlich der Prüfung der Hitzebeständigkeit von Isolierstoffen, da die Glühornprüfung immer noch nicht durch ein besseres Verfahren ersetzt worden ist. Bei Handlampen wird, wie auch in ÖVE-V 80 vorgeschrieben, volle Isolation verlangt, auch dann, wenn es sich um Kleinspannungsleuchten handelt. Die Diskussionen wurden dann ziemlich flüssig gestaltet, da die Mehrzahl der vorgeschlagenen Änderungen redaktioneller Natur war. Einige Fragen müssen noch weiter untersucht werden und verschiedene Länder haben sich bereit erklärt, diese Untersuchungen durchzuführen und Vorschläge auszuarbeiten. Der Teil II mit den Sonderanforderungen konnte nicht voll durchberaten werden. Das Sekretariat wird bis zum Jahresende eine neue Reinschrift von Teil I und Teil II als 6. Entwurf aussenden. Am Ende der Beratungen verabschiedete sich der langjährige Vorsitzende des Ausschusses, Herr TENNANDER, und von der Plenarversammlung wurde sein schwedischer Kollege Herr NYGREN mit dem Vorsitz des Leuchtausschusses betraut.

2.4) Technisches Komitee Kabel und Leitungen

Das Technische Komitee Kabel und Leitungen wird von Holland geführt. Auf dem Programm stand eine außerordentlich große Zahl von Tagesordnungspunkten, so daß von vornherein zu erwarten war, daß die Tagesordnung nicht zur Gänze behandelt werden würde. Tatsächlich erzielte das Komitee jedoch beträchtliche Fortschritte und konnte folgende Tagesordnungspunkte erledigen: Abänderung der CEE-Publikationen Nr. 2 und 13 hinsichtlich der Leiterquerschnitte und des Aufbaues der Leiter, Abänderungen zur CEE-Publikation 2 hinsichtlich der Bleimantelleitungen, Beratungen über Leiterquerschnitte und Leiteraufbau auf flexiblen Kabeln und Anschlußschnüren.

Die meiste Zeit nahmen die Beratungen über die Ergänzungen und Abänderungen der CEE-Anforderungen an kunststoffisolierte Kabel und Leitungen in Anspruch. Von Interesse waren die Diskussionen über die Hitzedruckprüfung und über die Kälteschlagprüfung. Bei der Hitzedruckprüfung wollte die italienische Delegation die Messung der Dicke der Isolierung an der Eindruckstelle und in einem Abstand von etwa 1 cm auf beiden Seiten dieser Stelle mit einer Meßanordnung durchführen, die sich im Wärmeschrank selbst befindet. Mit Rücksicht auf die relativ aufwendigen Apparate wurde dies jedoch abgelehnt und die Messung wird nun wieder außerhalb des Schrankes durchgeführt, wobei die Kühlung mit Wasser mit einer Kühldauer von maximal 3 min zulässig ist. Das Verhalten bei tiefen Temperaturen wurde ebenfalls diskutiert und Einzelheiten der Biegeprüfung und der Schlagprüfung wurden behandelt. Die Biegeprüfung wird mit zwei Mustern durchgeführt.

Eines davon im neuartigen Zustand bei -25°C und ein Muster nach Alterung bei -15°C . Die Kälteschlagprüfung wird bei -15°C durchgeführt, das Fallgewicht beträgt 100 g und die Prüfung wird mit kompletten Kabeln (Adern und Mantel) in neuwertigem Zustand getätigt.

Das nächste Diskussionsthema betraf die Dicke der Mäntel flexibler Anschlußleitungen. Es liegen für diese Frage mehrere Vorschläge vor, wobei der Vorschlag des Sekretariats kleinere Wandstärken vorsah als ein deutscher Vorschlag. Nach längerer Diskussion wurde beschlossen, Werte für die Kabelmäntel vorzuschreiben, die genau in der Mitte zwischen dem Vorschlag des Sekretariats und Deutschlands liegen. Bezüglich der Alterungsprüfung von SBR-Gummiisolationen konnte noch nichts entschieden werden, da die notwendigen Prüfungsergebnisse noch nicht vorlagen. Ausführlich diskutiert wurde dagegen die Zerreißprüfung von Gummimäntel. Die Anwendung dieser Prüfung wurde zunächst auf starke Gummischlauchleitungen beschränkt. In der folgenden Diskussion drehte es sich um die Frage, ob die Beanspruchung wie bei der amerikanischen Methode in der Längsachse des Kabelmantels erfolgen sollte, oder quer dazu. Die Zugkraft wurde mit 50 kp/m^2 und die Länge des aus dem Mantel ausgeschnittenen Prüflings mit 50 mm festgelegt. Es konnte keine Einigung erzielt werden und die Frage wird innerhalb Jahresfrist erneut behandelt werden. Erfolgreich war dagegen die Erörterung der Außendurchmesser der Kabel und Leitungen. Der Vorschlag des Sekretariats wurde nach einiger Beratung angenommen und in der Vorschrift werden in den entsprechenden Tabellen, die zulässigen maximalen und minimalen Werte der Außendurchmesser angegeben werden. Die schwedische Delegation teilte ferner mit, daß ihr Dokument über die Bestimmung der Isolationswandstärke nur zur Information gedacht war. Trotzdem zeigt sich aus einigen Stellungnahmen, daß für den Zweck der Messung der Isolationswandstärke das Projektionsmikroskop allgemein, d. h. auch für mehradrige Leitungen verwendbar ist. Rasche Zustimmung fand auch die Einführung von einadrigen Leitungen mit einem Querschnitt von $0,5 \text{ mm}^2$.

Um die noch offenen Fragen rasch erledigen zu können, wird die nächste Sitzung des Kabelkomitees schon im Frühjahr 1961 stattfinden. Innerhalb von zwei Monaten sollen alle Nationalkomitees bekanntgeben, welche ausgesandten Dokumente für die kommenden Beratungen noch aktuell sind.

2.5) Plenarversammlung

Die Plenarversammlung war dadurch gekennzeichnet, daß die verschiedenen Tagesordnungspunkte rasch durchbesprochen wurden. Wichtig waren die Beratungen über die Einführung der gelb/grünen Schutzleiterkennfarbe. Im Prinzip wurde die Resolution der CEE über die möglichst rasche Einführung von allen Ländern gutgeheißen. Bezüglich der festen Installationen gingen allerdings die Meinungen stark auseinander, während Deutschland dafür eintrat, auch bei den festen Installationen die gelb/grüne Doppelfarbe einzuführen, waren z. B. Dänemark und England gegen diesen Vorschlag; so daß diese Frage zu einem späteren Zeitpunkt beraten werden wird. Die Plenarversammlung beschloß auch, ein neues Technisches Komitee „Verbindungsmaterial“ einzusetzen, dessen Sekretariat von Ungarn übernommen wird. Auf Vorschlag der ungarischen Delegation wurde Herr RACZ mit dem Vorsitz betraut.

Bezüglich der IEC-Anforderungen an Rundfunkempfänger wurde darauf hingewiesen, daß es notwendig erscheint, die vier Schutzklassen 0, I, II, III auch bei der IEC einzuführen.

Die Abänderungen der CEE-Anforderungen an gummi- und kunststoffisolierte Leitungen wurden in kürzester Zeit durchberaten, da es sich praktisch nur mehr um redaktionelle Fragen handelte. Auch die Beratungen über die Sta-

tuten und Durchführungsverfahren der CEE konnten rasch erledigt werden. Das Redaktionskomitee legte dann noch einen Vorschlag zur Vereinheitlichung der äußeren Form der CEE-Anforderungen vor, der allgemeine Zustimmung fand.

Die nächste Tagung der CEE findet in Oslo vom 24. Mai bis 3. Juni 1961 statt. Zur Beratung kommen die Technischen Komitees: Schalter und Steckvorrichtungen, Allge-

meine Anforderungen, Installationsrohre, Kabel und Leitungen, die Plenarversammlung, die sich mit der Verabschiedung der Anforderungen an Gerätesteckvorrichtungen und mit Kabeln und Leitungen befassen wird und das Komitee für gegenseitige Anerkennung der Prüfergebnisse.

Im Herbst 1961 findet die Tagung vom 6. bis 16. November in Kopenhagen statt. Für 1962 haben die ČSR und Italien und 1963 Polen und Holland eingeladen.

Verbandsnachrichten

Anstecknadel für die Mitglieder des Verbandes

Wie bereits bei der letzten Generalversammlung erwähnt, wurde der Vorschlag gemacht, gemeinsam mit der Mitgliedskarte für das Jahr 1962 jedem Mitglied eine versilberte Anstecknadel zu übergeben, die das neue ÖVE-Zeichen, mit blauem Emaille ausgelegt, zeigen soll. Diese Nadel soll ein äußeres Zeichen sein, für das Gemeinsame, das alle Mitglieder, vom Förderer bis zum Studenten, in

Erfüllung der gesteckten Aufgabe miteinander verbindet.

Wir bitten nun unsere Mitglieder um Mitteilung, ob sie diese Aktion für wünschenswert halten.

Freie Stelle im Verband

Für die Vorschriftenstelle des Verbandes wird dringend eine selbständig arbeitende Schreibkraft gesucht. Wir bitten unsere Mitglieder um entsprechende Vermittlung.

Nachruf

Erwin Schrödinger †

92 Schrödinger: 530.145.61:007

Mittwoch, den 4. Januar 1961, ist unser Ehrenmitglied, Professor Dr. phil. Dr. h. c. ERWIN SCHRÖDINGER, in Wien gestorben. Da mit seinem Dahinscheiden einer der bedeutendsten österreichischen Physiker von uns gegangen ist, möchte ich an dieser Stelle seine wissenschaftliche Bedeutung würdigen.

Wie ich gleich eingangs erwähnen muß, läßt sich natürlich auf dem hier zur Verfügung stehenden Raum nicht die ganze Fülle seines Lebenswerkes erfassen. Daher sei mir gestattet, eine entsprechende Auswahl zu treffen und mich auf die wichtigste seiner Schöpfungen, die Wellenmechanik, zu beschränken.

Vorerst eine kurze biographische Übersicht:

Erwin Schrödinger wurde am 12. August 1887 zu Wien als einziger Sohn eines Fabrikanten geboren, der selbst durch eine Reihe von botanischen Arbeiten wissenschaftlich hervorgetreten ist. Nach Absolvierung des Akademischen Gymnasiums und des Studiums an der Universität Wien, wo er Mathematik und Physik belegt hatte, promovierte er am 20. Mai 1910 zum Doktor der Philosophie. Von 1911 an war er Assistent am II. Physikalischen Institut und habilitierte sich 1914 für das Fach Theoretische Physik. Dann war er in rascher Folge 1920 Extraordinarius an der Technischen Hochschule Stuttgart, 1921 Ordinarius an der Universität Breslau und in der gleichen Eigenschaft noch im selben Jahr an der Universität Zürich, wo er bis 1927 wirkte. In diese Zeit fiel seine größte Entdeckung, die Schöpfung der Wellenmechanik, für welche er 1933 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wurde. 1927 wurde er Nachfolger MAX PLANCKS, des Begründers der Quantentheorie, an der Universität Berlin, an welcher er bis 1933 tätig war. Dann ging er im Herbst 1933 nach Oxford, wurde Fellow des Magdalen College und blieb dort bis 1936. Hierauf kehrte er nach Österreich zurück, um den Lehrstuhl für Theoretische Physik an der Universität Graz zu übernehmen. Schon nach kurzer Zeit verließ er 1938 Graz und ging nach Dublin (Irland), wo das „Institute for Advanced Studies“ ins Leben gerufen wurde, das er in der Zeit bis 1956 zu großer Bedeutung brachte. 1956 leistete er einem Ruf nach Wien Folge und konnte dank der Bemühungen von Prof. Dr. HANS THIRRING wieder nach Österreich zurückkehren. Leider war es ihm nicht mehr lange vergönnt, hier als Lehrer zu wirken, da ein schweres Herz- und Asthmaleiden ihn zwang, sich vom wissenschaftlichen und öffentlichen Leben zurückzuziehen.

Hier verstarb er nach längerem Leiden am 4. Januar 1961 und wurde an seinem Lieblingsaufenthaltort, in Alpach (Tirol), am Sonntag, den 8. Januar dieses Jahres, begraben.

Neben der bereits erwähnten Verleihung des Nobelpreises 1933, gemeinsam mit Prof. DIRAC (England), erhielt er viele Ehrungen des akademischen Lebens. So war er Ehrendoktor von Gent, Dublin und Edinburg, Mitglied der meisten wissenschaftlichen Akademien der Welt, Träger der Max-Planck-Medaille sowie des Ordens Pour le mérite der Deutschen Bundesrepublik.

Um die Schöpfung der Wellenmechanik in ihrer ganzen Tragweite zu begreifen, muß man sich in die Zeit um 1924...1925 zurückversetzen. Damals hatte erstmals W. HEISENBERG, vom Partikelstandpunkt ausgehend, seine Matrizenmechanik geschaffen, andererseits versuchte DE BROGLIE auf Grund des Dualismus Welle-Korpuskel beim Licht, jedem Partikel eine Welle zuzuordnen und verfolgte so den Wellenstandpunkt. Es gelang ihm, für ein freies Teilchen eine Wellengleichung aufzustellen, die seine Bewegung beschreibt. Dabei machte er von der Planckschen Relation $E = h\nu$ Gebrauch, die nach Einstein jedem Partikel der Energie E eine Welle der Frequenz ν zuordnet. Nachdem de Broglie nun gezeigt hatte, wie die geradlinige gleichförmige Bewegung eines Partikels in eine Wellenvorstellung einzuordnen ist, stellte sich Schrödinger das Problem, wie man diese de Broglieschen Gedankengänge erweitern muß, um auch Bewegungen unter der Einwirkung äußerer Kräfte mit einbeziehen. Er betrachtete die Bewegung eines Elektrons im Feld eines positiv geladenen Kernes.

Dabei ging Schrödinger von folgender Analogie aus: Wenn die klassische Mechanik, deren Probleme der Hamilton-Jacobischen Differentialgleichung genügen, für die Beschreibung unserer makroskopischen Wellen ausreicht, so entspricht sie etwa der geometrischen Optik, die bekanntlich für alle jene optischen Vorgänge herangezogen wird, bei denen man die Bahnen des Lichtes als Gerade auffassen kann. Nun gilt aber für beliebige Wellenlängen die Wellenoptik, die im Spezialfall für kleine Wellenlängen in die geometrische Optik übergeht. Es muß daher auch eine Mechanik geben, eben die Wellenmechanik, die für alle Vorgänge zuständig ist, die sich im Bereiche der Atome abspielen, und die im Grenzfall in die klassische Mechanik übergeht. In Form einer Tabelle kann man diese Verhältnisse übersichtlich darstellen.

Optik	Mechanik	
Geometrische Optik	Klassische Hamilton-Jacobische Theorie	Näherung für kleine Wellenlängen
Wellenoptik	Wellenmechanik von Schrödinger	exakte Theorie

Auf diese Art gelang es nun Schrödinger, seine Wellengleichung aufzustellen, welche für den stationären Fall die Form

$$\Delta \varphi + \frac{8 \pi^2 m}{h^2} (W - V) \varphi = 0$$

hat. Hierin bedeuten m die Masse des Elektrons, h das Plancksche Wirkungsquantum, W die totale Energie, V die potentielle Energie des Elektrons im Feld des Kernes und $\varphi(x, y, z)$ die Wellenfunktion.

Vom mathematischen Standpunkt aus handelt es sich um eine partielle Differentialgleichung zweiter Ordnung, deren Lösung nur für gewisse Werte von W , die sogenannten Eigenwerte, möglich ist. Letztere bilden nun eine Folge, welche die diskreten Energiestufen des Elektrons in seinen Bahnen um den Kern darstellen. Man bekommt so in zwangloser Weise die berühmte Balmerformel, welche in der alten Quantentheorie nur durch zusätzliche Hypothesen zu erhalten war. Dabei ist noch für die Ermittlung der Eigenfunktionen eine Randwertbedingung notwendig, als welche Schrödinger das Verschwinden der Funktion φ im Unendlichen hinzunahm. Es gelang ihm auch in einer berühmten Arbeit nachzuweisen, daß seine Lösungsmethode der Heisenbergschen Matrizenmechanik vollkommen äquivalent ist.

Dieser mathematische Zusammenhang beider Theorien hat gezeigt, daß man trotz verschiedener Ausgangspunkte zum selben Ziel gelangt. Durch diese Korrespondenz der beiden Methoden kam man in der viel abstrakteren Wellenmechanik zu einer sinnvollen Deutung der Schrödingerswellen. Zuerst waren die Theoretiker der alten Schule sehr befriedigt, wird doch alles auf die Lösung einer Differentialgleichung mit Eigenwerten und Randbedingungen zurückgeführt, was zum normalen Rüstzeug jedes theoretischen Physikers gehört. Man freute sich und glaubte, daß durch die Entdeckung der Wellenmechanik doch eine Überbrückung der alten Gegensätze zwischen Klassischer und Quantentheorie erreicht war. Statt der klassisch etwas unbehaglichen Begriffe von Übergangswahrscheinlichkeiten, Übergangsamplituden usw. treten nunmehr Wellen, deren Existenz doch dem Gedankengut der klassischen Theorie näherstand. Anfänglich glaubte man sogar, die Partikel mit Wellenpaketen identifizieren zu können, deren Ausbreitung die Bewegung der Partikel beschreiben sollte. Aber diese Annahme wurde rasch durch Heisenberg selbst widerlegt, der zeigte, daß ein solches Wellenpaket mit der Zeit zerfließt, also nicht zusammenhält, so daß man es nicht als Partikel auffassen kann. Es ist also mit der scheinbar klassischen Wellenvorstellung tatsächlich nicht so einfach, wie es den Anschein hat. Der Wellenmechanik gelingt es durchaus nicht, eine Milderung der unklassischen Merkmale der Quantenmechanik zu erreichen. Im Gegenteil führt die Wellenmechanik im Falle von Atomen mit mehreren Elek-

tronen ($Z > 1$) zu Wellen in abstrakten mehrdimensionalen Räumen, die auch nicht unmittelbar zu veranschaulichen sind, wie etwa die gewöhnlichen Wellen im dreidimensionalen Raum. Trotzdem aber ist es durch diese abstrakte Denkweise erst der Wellenmechanik gelungen, eine ungeheure Zahl von Einzelproblemen der Atomphysik von großer Wichtigkeit zu lösen, wobei eine Übereinstimmung mit den Experimenten erreicht wurde. Ein Ende dieser Anwendungen ist auch heute durchaus nicht abzusehen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß alle Erscheinungen, die sich auf die Elektronenhülle beziehen, wie Spektren, chemische Vorgänge in Verbindungen u. a. m., durch Anwendung der Wellenmechanik vollkommen verständlich geworden sind. Sie können ebenso durch die Wellenmechanik erklärt werden, wie seinerzeit die Mechanik unseres Sonnensystems durch die Theorie von NEWTON und GALILEI. Heute kann man sogar sagen, daß große Teile der Kernphysik ebenfalls vor das Forum der Wellenmechanik gehören, soweit die Teilchenzahl erhalten bleibt, speziell wenn die Kernbestandteile keine Bewegungen ausführen, deren Geschwindigkeiten sich zu sehr der Lichtgeschwindigkeit nähern.

Außer der eben skizzierten Wellenmechanik veröffentlichte Schrödinger aber noch viele wichtige Beiträge zur Quantentheorie. So wäre besonders auf eine Arbeit über die relativistische Theorie des Elektrons hinzuweisen, in der er sich mit der Diracschen Theorie befaßt und Schwierigkeiten klärt, die mit dem Auftreten der sogenannten Zitterbewegung verknüpft sind. Er untersuchte aber auch Fragen der allgemeinen Relativitätstheorie, wobei er im Anschluß an WEYL Verallgemeinerungen der Riemannschen Geometrie behandelte, in denen die Voraussetzungen einer Metrik $ds^2 = g_{ik} dx^i dx^k$ ganz fallen gelassen werden und unabhängig von dieser eine Operation der kovarianten oder „affinen“ Ableitung postuliert wird. Der Kreiselkompaß ist hier als ein im Vergleich zum Maßstab elementares Instrument anzusehen. Leider kann ich infolge Raummangels nicht auf alle die wunderbaren Betrachtungen eingehen, die hier ebenfalls in origineller Weise durchgeführt werden.

Schrödinger war in gewissem Sinn ein universeller Geist, der von Zeit zu Zeit die Gebiete wechselte, welchen er seine Forschungen widmete. So befaßte er sich noch mit der Farbenlehre und Biologie und veröffentlichte ein reizvolles Büchlein: „Was ist das Leben“, welches in englischer und deutscher Sprache erschienen ist und in dem er sich mit der Anwendung der Quantentheorie auf die Biologie auseinandersetzte.

Auch Fragen geisteswissenschaftlicher und philosophischer Richtung wurden behandelt. Er verstand es, die Probleme klar zu formulieren und in souveräner Art zu erfassen. Dabei kam ihm besonders seine schriftstellerische Begabung zustatten, so daß SOMMERFELD einmal direkt von einem „Schrödingerstil“ gesprochen hat.

Nunmehr hat dieses, in jeder Richtung als erfüllt zu bezeichnende Leben ein Ende gefunden. Uns bleiben nur mehr das Andenken an seine Leistungen und die Verehrung dieses universellen Geistes, dessen Arbeiten und Schöpfungen in den Annalen der Menschheit fortleben werden und dessen Leben uns Vorbild und Ansporn sein muß.

P. URBAN, Graz

Buchbesprechungen

DK 517.9 (048.1)
Differentialgleichungen für Ingenieure. Von L. COLLATZ. Leitfäden der angewandten Mathematik und Mechanik, Band 1. Unter Mitwirkung von F. K. G. ODQVIST, Stockholm, und E. STIEFEL, Zürich, herausgegeben von H. GÖRTLER, Freiburg. 2., neubearbeitete und erweiterte

Auflage. 197 S. mit 115 Abb. Stuttgart: B. G. Teubner. 1960. Leinen DM 21,60.

Eine knappe aber strenge Darstellung der theoretischen Grundlagen und eine große Fülle von Beispielen aus der Ingenieurpraxis charakterisieren dieses Buch, das so zwischen einem Lehrbuch und einer bloßen Formel- und Beispielsammlung steht.

sammlung die glückliche Mitte einhält. Das Buch bringt die gewöhnlichen Differentialgleichungen erster und höherer Ordnung, Rand- und Eigenwertaufgaben und einige spezielle, auch partielle, Differentialgleichungen (Kugel- und Zylinderfunktionen, hypergeometrische Funktionen); einige Näherungsverfahren werden angegeben. Besonders sei die etwas ausführlichere Darstellung der Systeme linearer Differentialgleichungen mit Hilfe des Matrizenkalküls (der sonst nicht verwendet wird) hervorgehoben. Eine Reihe von Tabellen und viele Abbildungen unterstützen die Darstellung.

Das ausgezeichnete Buch des bewährten Autors soll auch den Studenten unserer Technischen Hochschulen wärmstens empfohlen werden.

H. HORNICH

DK 681.14.001.57=2 : 681.14-523.8=2 (048.1)

Notes on Analog-digital Conversion Techniques. Von A. K. SUSSKIND. 372 S. London: Chapman & Hall Ltd. New York: Technology Press of M. I. T. und John Wiley & Sons, Inc. 1958. \$ 10,—.

Die Umformung von Analoggrößen in digitale Größen stellt eine in der modernen Elektronik sehr häufige Aufgabe dar. Oft ist damit der Übergang von mechanischen zu elektrischen Größen verknüpft, z. B. die Ablesung von Längen, Winkeln usw. in einer zur Eingabe in elektronische Digitalrechenmaschinen geeigneten Form.

Am Massachusetts Institute of Technology wurden über dieses aktuelle Thema Kurse für in der Praxis stehende Ingenieure abgehalten. Aus den dazugehörigen schriftlichen Unterlagen entstand das vorliegende Buch.

Der gebotene Stoff läßt sich in drei Hauptabschnitte gliedern. Der erste Abschnitt beschäftigt sich mit den theoretischen Fragen bei der Abtastung kontinuierlicher Signale und der Quantisierung der Abtastwerte sowie deren Darstellung in geeignet codierter Form. Der Abschnitt stellt eine äußerst geglückte Zusammenfassung der für die Praxis wichtigen Grundlagen dar. Daß die mathematische Strenge stellenweise durch eine anschaulich klare, qualitative Darstellung ersetzt wurde, ist vom Standpunkt des angesprochenen Leserkreises nur zu begrüßen.

Der zweite Abschnitt zeigt die Technik der Codierung und Decodierung von elektrischen Signalen sowie von Längsverschiebungen und Drehungen.

Der dritte Abschnitt befaßt sich mit einer am M. I. T. behandelten speziellen Aufgabe und erläutert daran die Möglichkeiten von optischen Codierungseinrichtungen.

Da die Fülle des zu verarbeitenden Stoffes ein Eingehen auf alle Einzelheiten unmöglich machte, stellen die am Schluß der einzelnen Kapitel stehenden Literaturhinweise eine wertvolle Beigabe dar. Das Buch gibt eine klare Zusammenfassung des Standes der Technik auf dem behandelten Sachgebiet und wird dank dessen Aktualität viel Interesse finden.

E. ROTHAUER

DK 744 (048.1)

Technisches Zeichnen. Von A. BACHMANN und R. FORBERG. 12. Auflage, 228 Seiten mit 902 Abb. und weiteren 211 Bildern in Tafeln. Stuttgart: B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, 1960. Kart. DM 9,20, Hln. DM 11,20.

Dieses Buch hat gleich bei seinem Erscheinen Eingang bei allen jenen gefunden, die mit technischen Zeichnungen zu tun haben. Wenn daher in relativ kurzer Zeit die 12. Auflage erscheinen konnte, so zeigt dies von der Richtigkeit des Weges, den die Verfasser mit dem Aufbau des Buches beschritten haben. Es ist für den Studierenden ein Lehrbuch, für den Zeichner ein Arbeitsbehelf, für den erfahrenen Konstrukteur ein Nachschlagewerk; der sich weiter bildende Betriebsmann findet alles was er braucht, um eine Zeichnung richtig lesen zu lernen. Über 1 100 Abbildungen, durchwegs sauber ausgeführte Zeichnungen, unterstützen den klaren Text.

Beginnend mit einem geschichtlichen Rückblick auf die Anfänge des technischen Zeichnens leitet das Buch über in die Handhabung und den Gebrauch der Zeichengeräte, wobei praktisch aller derzeit in Verwendung stehenden Arbeitsbehelfe gedacht ist.

Normgerechte Vermaßung, Abbildungen mit falschen und richtigen Darstellungen bilden weitere Abschnitte. Dem so wichtigen Gebiet der Passungen und Passungssysteme ist ein großes Kapitel mit einer Vielzahl von Beispielen gewidmet.

Die wichtigsten Bauelemente — Schrauben, Nieten, Keile, Federn, Zahnräder, Schweißverbindungen usw. — finden einen ausführlichen Niederschlag.

Bei geometrischen Übungen kommt auch die Theorie ein wenig zu Wort und es werden dabei die technischen Kurven erörtert und an Beispielen deren Konstruktion gezeigt.

Eine kurze, aber einprägsame Einführung in die darstellende Geometrie und die verschiedenen Arten der Darstellung in Parallelperspektiven runden das Buch zu einem guten Ganzen ab.

Im letzten Kapitel werden für die verschiedensten Verwendungsgebiete Beispiele von Zeichnungsarten gezeigt, die praktisch jeder Sparte der Technik etwas zu sagen haben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß dieses Buch für Schule, Betrieb und Heimstudium empfohlen werden kann, und daß ihm eine noch größere Verbreitung zu wünschen ist.

J. BAUMHACKL

DK 621.396.012.1 (048.1)

Die Praxis der Kreis- und Leitungsdiagramme in der Hochfrequenztechnik. Von H. GESCHWINDE. 60 S., 44 Abb. München: Franzis-Verlag. 1959. Ganzleinen DM 10,80.

Die Transformation von Widerständen durch konzentrierte Schaltelemente und durch Leitungsstücke spielt in der Hochfrequenztechnik bekanntlich eine bedeutende Rolle. Insbesondere für Anpassungsfragen ist es unerlässlich, sich mit den Problemen, die bei derartigen Transformationen auftreten, vertraut zu machen.

Das vorliegende Büchlein versucht nun, dieses Sachgebiet dem Leser in möglichst einfacher Weise nahezubringen. Der Verfasser legt insbesondere auf die graphische Darstellung größten Wert, die in Form von Kreis- bzw. Leistungsdiagrammen aus der Hochfrequenztechnik nicht mehr fortzudenken ist.

Das Buch gliedert sich in zwei Teile. Der erste befaßt sich mit der Widerstandstransformation durch konzentrierte Schaltelemente. Ausgehend von den einfachsten Grundlagen (Vektordarstellung komplexer Widerstände, Umwandlung von Serien- in Parallelschaltung u. dgl.) wird das Kreisdiagramm entwickelt und werden Grundoperationen in diesem Diagramm besprochen. An Hand von Beispielen werden Anpaßschaltungen behandelt. Das Kapitel schließt mit der Besprechung einer vom Verfasser entwickelten Abart des Kreisdiagramms für π - und T-Schaltungen. Als Beispiel wird ein Collinsfilter berechnet.

Der zweite Teil beschäftigt sich mit den Transformationseigenschaften von Leitungen und stellt naturgemäß das Smith-Diagramm in den Vordergrund, das ja zu den meistgebrauchten Hilfsmitteln der Höchstfrequenztechnik gehört. Da das Buch offenbar für einen Leserkreis bestimmt ist, der auch mit einfachen physikalischen Grundlagen der Nachrichtentechnik nicht vertraut ist, wird die Leitungstheorie als „zu schwierig“ übergangen, für das Smith-Diagramm nur die Konstruktionsvorschrift angegeben und bezüglich der Herleitung auf die Literatur verwiesen. Günstiger in dieser Beziehung kommt das Buschbeck-Diagramm weg, für welches der Verfasser mittels einfacher geometrischer Sätze die Ableitung aus der Formel für den Eingangswiderstand verlustloser Leitungen angibt.

Die Anwendung des Smith-Diagramms wird an mehreren numerischen Beispielen gezeigt, die zugehörigen Konstruktionen sind auf herausklappbaren Tafeln zweifarbig und daher übersichtlich dargestellt. Da die Beispiele jedoch nur die einfachsten Fälle behandeln und etwas kompliziertere Anwendungen kaum erwähnt werden, erscheint dem Rezensenten der Buchtitel ein wenig irreführend; das zusätzliche Wort „Einführung“ wäre wohl am Platz gewesen.

Im Literaturverzeichnis sind leider nur drei Arbeiten angegeben, so daß es dem interessierten Leser nicht sehr leicht fallen dürfte, sich mit den angeschnittenen Fragen weiter zu beschäftigen. Dem Hochschulingenieur, der gewohnt ist, die Verbindung zwischen Theorie und Praxis hergestellt zu sehen, wird das Buch wahrscheinlich nicht allzuviel bieten können. Für jenen Leser, der sich ohne größere Vorkenntnisse über das Gebiet der Widerstandstransformation bzw. der Kreisdiagramme informieren will, stellt es jedoch ein gutes Hilfsmittel dar.

W. RIEDLER

DK 621.753.2 (048.1)

Toleranzen, Passungen, Grenzlehren. Von HANS TSCHOCHNER. 2. Auflage. 304 Seiten mit 180 Abb., 20 Tabellen und 6 Beilagen. Füssen: C. F. Winter'sche Verlagshandlung. 1959. Br. DM 26,60, geb. 29,60.

Dem Verfasser gelang hier in vorbildlicher Weise das spröde Gebiet der Toleranzen und Passungen für den Studierenden und jungen Techniker in sehr anschaulicher Weise und in ständiger Verbindung mit Anwendungsbeispielen zu behandeln. Man spürt, daß es dabei nicht um „graue Theorie“, sondern um für den Ingenieur und Betriebstechniker wichtige Probleme der Bemaßung und Messung geht. Wo immer notwendig, hat der Autor Hinweise auf die Veröffentlichung näherer Einzelheiten gegeben. Der Anfänger findet eine wohlgegliederte Zusammenstellung der verschiedenen Anwendungsgebiete der wichtigsten Passungen. Übungsbeispiele mit dazugehörigen Lösungen ergänzen das für jeden Studierenden wertvolle Buch.

K. R. PAWLOWITZ

Eingelangte Bücher und Schriften

Geschäftsbericht 1959/60 der Berliner Kraft- und Licht-(BEWAG-)Aktiengesellschaft für das 31. Geschäftsjahr

vom 1. Juli 1959 bis 30. Juni 1960. 31 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und einem Anhang.

Mitteilungen

IAEO veröffentlicht dritten Band ihres Reaktorverzeichnisses

Die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) hat den dritten Band ihres allgemeinen Kernreaktorverzeichnisses herausgebracht.

Der neuerschienene Band ist eine Ergänzung zu dem im Dezember 1959 veröffentlichten zweiten Band und enthält eingehende Angaben über 96 Forschungs-, Prüf- und Versuchsreaktoren, die derzeit in 21 Ländern im Betrieb stehen oder sich im Bau befinden.

Die Reaktoren sind in folgende Hauptkategorien eingeteilt: leichtwassermodierte Schwimmbeckenreaktoren (27); leichtwassermodierte Tankreaktoren (21); homogene Reaktoren mit flüssigem Brennstoff (6); homogene Reaktoren mit festem Brennstoff (19); schwerwassermodierte Reaktoren (13); graphitmodierte (4); und schnelle Forschungsreaktoren (6).

Volle Einzelheiten werden jeweils für einen Reaktor jeder Gruppe sowie für jene Reaktoren gegeben, die wenig ähnliche Merkmale mit einem anderen aufweisen. Für die übrigen Reaktoren, die den genau beschriebenen ähnlich sind, werden allgemeine Angaben gemacht und größere Abweichungen von der Norm angegeben.

Außen den allgemeinen Angaben enthalten die eingehenden Beschreibungen physikalische Einzelheiten, sowie solche über die Spaltzone und die Brennstoffelemente, die Wärmeübertragung aus der Spaltzone, die Steuerung, das Reaktorgefäß und die Gesamtabmessungen, den Reflektor und die Abschirmung, die Sicherheitsvorrichtungen, Kostenschätzungen und Forschungsanlagen. Zeichnungen und Diagramme der Brennstoffelemente, der Anordnung der Spaltzone, sowie Quer- und Längsschnitte des Reaktors sollen eine allgemeine Idee von der Anlage und Anordnung der Reaktorbestandteile und der dazugehörigen Geräte geben.

Die beschriebenen Reaktoren befinden sich in folgenden Ländern: Vereinigte Staaten 39, Sowjetunion 18, Großbritannien 6, Frankreich und Schweiz je 4, Deutschland, Indien, Italien und Niederlande je 3, Kanada 2 und Bra-

silien, Dänemark, Pakistan, Philippinen, Rumänien, Tschechoslowakei, Polen, Ungarn, Japan, Schweden und Vereinigte Arabische Republik je 1.

Im zweiten und dritten Band des Reaktorverzeichnisses sind nunmehr 173 Forschungs-, Prüf- und Versuchsreaktoren beschrieben, während der im Juni 1959 veröffentlichte erste Band Einzelheiten über 36 Leistungsreaktoren enthält. Es ist geplant, weitere Bände dieser Serie zu veröffentlichen, um einige noch nicht behandelte Reaktoren aufzunehmen und die Angaben über die bereits beschriebenen auf den neuesten Stand zu bringen.

Das Reaktorverzeichnis ist bei den Verkaufsgenten der AIEO oder direkt bei der IAEO, Wien I, Körntnerring 11, erhältlich. Der Preis für Band III beträgt US \$ 4,—, sh 24 oder öS 84,—. Anfragen um Besprechungsexemplare sind an die Informationsabteilung (Division of Public Information) der IAEO zu richten.

Vorträge im ÖVE

8. März 1961: Vortrag des Herrn Ing.-Kons. Dr. phil. GOTTFRIED BIEGELMEIER über: **Schutzmaßnahmen in Niederspannungsanlagen**. Zeit: 18.00 Uhr c. t. — Ort: Wien I, Eschenbachgasse 9, II. Stock, Großer Saal.

15. März 1961: Vortrag des Herrn Prok. Dipl.-Ing. FERDINAND VON GRUNDHERR (METRAWATT AG, Nürnberg, Österreichische Repräsentanz: C. P. Goerz Electro-AG, Wien, über: **Anwendung der Fernwirktechnik für elektrisch-hydraulische Aufgabenstellungen**. Zeit: 18.00 Uhr c. t. — Ort: Wien I, Eschenbachgasse 9, II. Stock, Großer Saal.

22. März 1961: Vortrag des Herrn Dr. KURT STROBL (ELIN-UNION, Wien) über: **Gleichrichterschaltungen für Umkehrantriebe**. Zeit: 18.00 Uhr c. t. — Ort: Wien I, Eschenbachgasse 9, II. Stock, Großer Saal.

Anschriften der Verfasser der Aufsätze dieses Heftes:

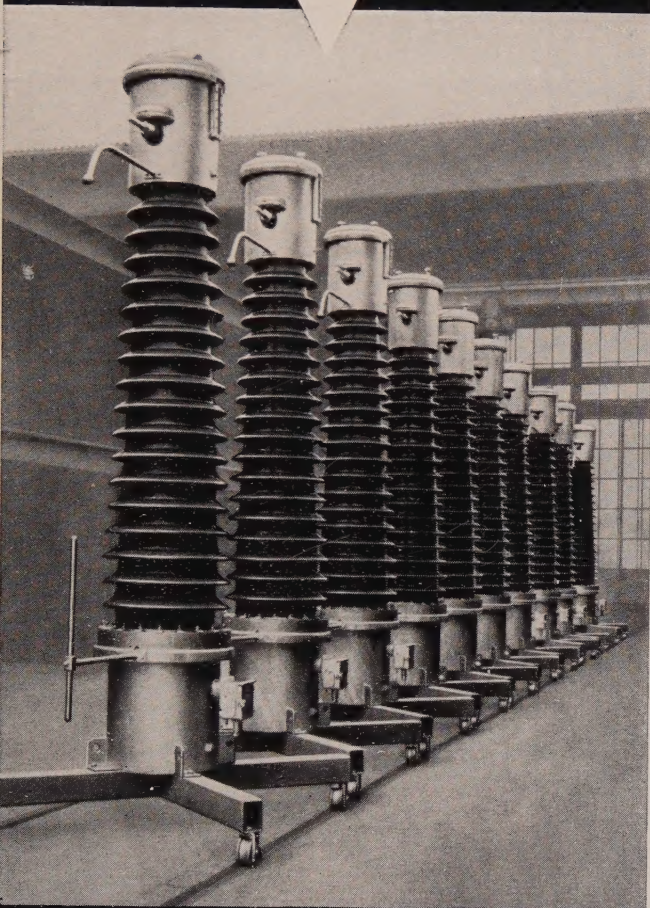
Prof. Dr. Hermann A. Haus, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA.

Prof. Dr. L. Heiler, Polytechnisches Institut, Minsk-27, UdSSR.
Ing. F. Maresch und Ing. F. Schaffer Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, Unfallverhütungsdienst, Wien I, Hegelgasse 8.

MOSER-GLASER

220 kV

MESSWANDLER



Stoss Spannungssicher
nach den Koordinationsregeln
und -leitsätzen des SEV

Vertretung:

DIPL.-ING. W. WOLF

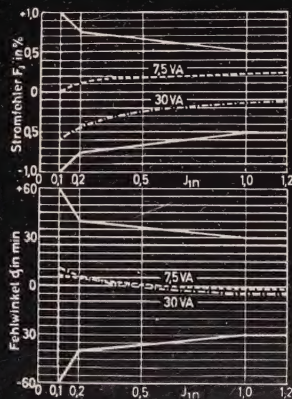
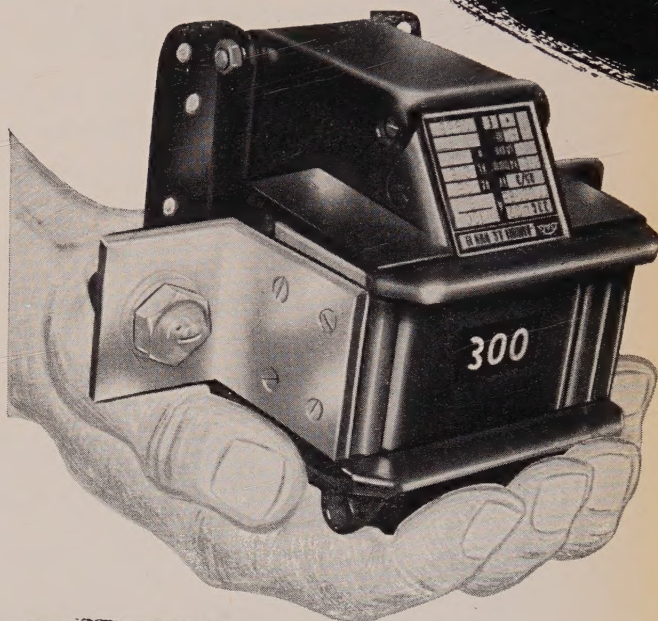
GRAZ, KAISERFELD GASSE 22

Tel.: 81-8-52

FS.: 033-57

DAG
DANUBIA
ZÄHLER

NIEDERSpannungs-STROMWANDLER
mit hoher Präzision u. großer ther-
mischer u. dynamischer Überlastbarkeit



LASTKURVEN:
Stromwandler J3C 602
300/5 A, 30 VA, KI 0.5

DANUBIA A.G.

WIEN XIX, KROTTENBACHSTR. 82 — 88 • TEL. 36 12 56 △

GRAND-HOTEL PANHANS

(SEMNERING 1040 m)

Modernst ausgestattetes Haus mit neuen Appartements, Gesellschaftsräumen, Wintergarten, Liegeterrassen, Bar, Hotelkino, Garagen
 Schwechater Bierstuben (bürgerl. Restaurant)
 Panhans-Weindiele, täglich Stimmungs- und Tanzmusik
 Temperiertes Alpenstrandbad (im Sommer)
 Maurisches Sprudelschwimmbad (im Winter)
 Panhans-Gäste-Reiten
 Panhans-Tennisplatz, resp. Eislaufplatz
 Sessellift auf den Sonnwendstein, Hirschenkogel und Stuhleck ganzjährig in Betrieb
 Tagespension, Wochenarrangements, Sonderarrangements für Tagungen und Veranstaltungen

GRAND-HOTEL PANHANS, Semmering: 02664/366—369, 485 · Fernschreiber: 01/676

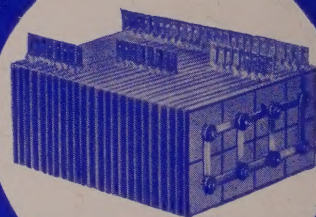


ANLAGEN



GLEICHRICHTER

SCHRACK



SELENGLEICHRICHTER



SILIZIUMGLEICHRICHTER

SYSTEME



GERMANIUMGLEICHRICHTER